

MELSEC FX-Serie

Speicherprogrammierbare Steuerungen

Einführung in die Positionierung mit SPS-Systemen der FX-Familie

Einsteigerhandbuch

Art.-Nr.: 214561
23 07 2012
Version B

MITSUBISHI ELECTRIC INDUSTRIAL AUTOMATION




Einsteigerhandbuch
Einführung in die Positionierung mit SPS-Systemen der FX-Familie
Art.-Nr.: 214561

Version			Änderungen / Ergänzungen / Korrekturen
A	01/2009	pdp - rw	—
B	07/2012	pdp - dk	Berücksichtigung der SPS-Grundgeräte der MELSEC FX3G-Serie

Zu diesem Handbuch

Die in diesem Handbuch vorliegenden Texte, Abbildungen, Diagramme und Beispiele dienen ausschließlich der Erläuterung, Bedienung, Programmierung und Anwendung der speicherprogrammierbaren Steuerungen der MELSEC FX1S-, FX1N-, FX2N-, FX2NC-, FX3G-, FX3U- und FX3UC-Serie.

Sollten sich Fragen zur Programmierung und zum Betrieb der in diesem Handbuch beschriebenen Geräte ergeben, zögern Sie nicht, Ihr zuständiges Verkaufsbüro oder einen Ihrer Vertriebspartner (siehe Umschlagrückseite) zu kontaktieren.
Aktuelle Informationen sowie Antworten auf häufig gestellte Fragen erhalten Sie über das Internet (www.mitsubishi-automation.de).

Die MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. behält sich vor, jederzeit technische Änderungen oder Änderungen dieses Handbuchs ohne besondere Hinweise vorzunehmen.

Sicherheitshinweise

Allgemeine Sicherheitshinweise

Zielgruppe

Dieses Handbuch richtet sich ausschließlich an anerkannt ausgebildete Elektrofachkräfte, die mit den Sicherheitsstandards der Automatisierungstechnik vertraut sind. Projektierung, Installation, Inbetriebnahme, Wartung und Prüfung der Geräte dürfen nur von einer anerkannt ausgebildeten Elektrofachkraft, die mit den Sicherheitsstandards der Automatisierungstechnik vertraut ist, durchgeführt werden. Eingriffe in die Hard- und Software unserer Produkte, soweit sie nicht in diesem Handbuch beschrieben sind, dürfen nur durch unser Fachpersonal vorgenommen werden.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die Module der MELSEC FX1S-, FX1N-, FX2N-, FX2NC-, FX3G-, FX3U- und FX3UC-Serie sind nur für die Einsatzbereiche vorgesehen, die in der vorliegenden Bedienungsanleitung beschrieben sind. Achten Sie auf die Einhaltung aller im Handbuch angegebenen Kenndaten. Die Produkte wurden unter Beachtung der Sicherheitsnormen entwickelt, gefertigt, geprüft und dokumentiert. Bei Beachtung der für Projektierung, Montage und ordnungsgemäßen Betrieb beschriebenen Handhabungsvorschriften und Sicherheitshinweise gehen vom Produkt im Normalfall keine Gefahren für Personen oder Sachen aus. Unqualifizierte Eingriffe in die Hard- oder Software bzw. Nichtbeachtung der in diesem Handbuch angegebenen oder am Produkt angebrachten Warnhinweise können zu schweren Personen- oder Sachschäden führen. Es dürfen nur von MITSUBISHI ELECTRIC empfohlene Zusatz- bzw. Erweiterungsgeräte in Verbindung mit den speicherprogrammierbaren Steuerungen der MELSEC FX-Familie verwendet werden.

Jede andere darüber hinausgehende Verwendung oder Benutzung gilt als nicht bestimmungsgemäß.

Sicherheitsrelevante Vorschriften

Bei der Projektierung, Installation, Inbetriebnahme, Wartung und Prüfung der Geräte müssen die für den spezifischen Einsatzfall gültigen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften beachtet werden.

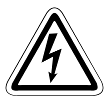
Es müssen besonders folgende Vorschriften (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) beachten werden:

- VDE-Vorschriften
  - VDE 0100
    Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit einer Nennspannung bis 1000V
  - VDE 0105
    Betrieb von Starkstromanlagen
  - VDE 0113
    Elektrische Anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
  - VDE 0160
    Elektrische Anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
  - VDE 0550/0551
    Bestimmungen für Transformatoren
  - VDE 0700
    Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke
  - VDE 0860
    Sicherheitsbestimmungen für netzbetriebene elektronische Geräte und deren Zubehör für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke

- Brandverhütungsvorschriften
- Unfallverhütungsvorschriften
  – VBG Nr. 4: Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

Gefahrenhinweise

Die einzelnen Hinweise haben folgende Bedeutung:



GEFAHR:
Bedeutet, dass eine Gefahr für das Leben und die Gesundheit des Anwenders besteht, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



ACHTUNG:
Bedeutet eine Warnung vor möglichen Beschädigungen des Gerätes oder anderen Sachwerten, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Allgemeine Gefahrenhinweise und Sicherheitsvorkehrungen

Die folgenden Gefahrenhinweise sind als generelle Richtlinie für SPS-Systeme in Verbindung mit anderen Geräten zu verstehen. Diese Hinweise müssen bei Projektierung, Installation und Betrieb der elektrotechnischen Anlage unbedingt beachtet werden.

Spezielle Sicherheitshinweise für den Benutzer



GEFAHR:

- ***Die im spezifischen Einsatzfall geltenden Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften sind zu beachten. Der Einbau, die Verdrahtung und das Öffnen der Baugruppen, Bauteile und Geräte müssen im spannungslosen Zustand erfolgen.***
- ***Baugruppen, Bauteile und Geräte müssen in einem berührungssicheren Gehäuse mit einer bestimmungsgemäßen Abdeckung und Schutzeinrichtung installiert werden.***
- ***Bei Geräten mit einem ortsfesten Netzanschluss müssen ein allpoliger Netztrennschalter und eine Sicherung in die Gebäudeinstallation eingebaut werden.***
- ***Überprüfen Sie spannungsführende Kabel und Leitungen, mit denen die Geräte verbunden sind, regelmäßig auf Isolationsfehler oder Bruchstellen. Bei Feststellung eines Fehlers in der Verkabelung müssen Sie die Geräte und die Verkabelung sofort spannungslos schalten und die defekte Verkabelung ersetzen.***
- ***Überprüfen Sie vor der Inbetriebnahme, ob der zulässige Netzspannungsbereich mit der örtlichen Netzspannung übereinstimmt.***
- ***Treffen Sie die erforderlichen Vorkehrungen, um nach Spannungseinbrüchen und -ausfällen ein unterbrochenes Programm ordnungsgemäß wieder aufnehmen zu können. Dabei dürfen auch kurzzeitig keine gefährlichen Betriebszustände auftreten.***
- ***Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen nach DIN VDE 0641 Teil 1-3 sind als alleiniger Schutz bei indirekten Berührungen in Verbindung mit speicherprogrammierbaren Steuerungen nicht ausreichend. Hierfür sind zusätzliche bzw. andere Schutzmaßnahmen zu ergreifen.***
- ***NOT-AUS-Einrichtungen gemäß EN60204/IEC 204 VDE 0113 müssen in allen Betriebsarten der SPS wirksam bleiben. Ein Entriegeln der NOT-AUS-Einrichtung darf keinen unkontrollierten oder undefinierten Wiederanlauf bewirken.***
- ***Damit ein Leitungs- oder Aderbruch auf der Signalseite nicht zu undefinierten Zuständen in der Steuerung führen kann, sind hard- und softwareseitig entsprechende Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.***
- ***Beim Einsatz der Module muss stets auf die strikte Einhaltung der Kenndaten für elektrische und physikalische Größen geachtet werden***

Hinweise zur Vermeidung von Schäden durch elektrostatische Aufladungen

Durch elektrostatische Ladungen, die vom menschlichen Körper auf die Komponenten der SPS übertragen werden, können Module und Baugruppen der SPS beschädigt werden. Beachten Sie beim Umgang mit der SPS die folgenden Hinweise:

ACHTUNG:

- ***Berühren Sie zur Ableitung von statischen Aufladungen ein geerdetes Metallteil, bevor Sie Module der SPS anfassen.***
- ***Tragen Sie isolierende Handschuhe, wenn Sie eine eingeschaltete SPS, z. B. während der Sichtkontrolle bei der Wartung, berühren.***
- ***Bei niedriger Luftfeuchtigkeit sollte keine Kleidung aus Kunstfasern getragen werden, weil sich diese besonders stark elektrostatisch auflädt.***

Symbolik des Handbuchs

Verwendung von Hinweisen

Hinweise auf wichtige Informationen sind besonders gekennzeichnet und werden folgenderweise dargestellt:

HINWEIS | Hinweistext

Verwendung von Beispielen

Beispiele sind besonders gekennzeichnet und werden folgendermaßen dargestellt:

Beispiel ▽ Beispieltext △

Verwendung von Nummerierungen in Abbildungen

Nummerierungen in Abbildungen werden durch weiße Zahlen in schwarzem Kreis dargestellt und in einer anschließenden Tabelle durch die gleiche Zahl erläutert,
z.B. ❶ ❷ ❸ ❹

Verwendung von Handlungsanweisungen

Handlungsanweisungen sind Schrittfolgen bei der Inbetriebnahme, Bedienung, Wartung u.ä., die genau in der aufgeführten Reihenfolge durchgeführt werden müssen.

Sie werden fortlaufend durchnummeriert (schwarze Zahlen in weißem Kreis).

① Text.

② Text.

③ Text.

Verwendung von Fußnoten in Tabellen

Hinweise in Tabellen werden in Form von Fußnoten unterhalb der Tabelle (hochgestellt) erläutert. An der entsprechenden Stelle in der Tabelle steht ein Fußnotenzeichen (hochgestellt).

Liegen mehrere Fußnoten zu einer Tabelle vor, werden diese unterhalb der Tabelle fortlaufend nummeriert (schwarze Zahlen in weißem Kreis, hochgestellt):

① Text

② Text

③ Text

Inhaltsverzeichnis

4 Einsatz einer FX-SPS für die Positionierung

1 Grundlagen der Positionierung

1.1 Was ist Positionierung?

Die Hauptkomponenten eines industriellen Automatisierungssystems sind eine SPS (speicherprogrammierbare Steuerung), Positioniermodule und Bediengeräte.

Dabei spielt das Positioniermodul eine zentrale Rolle. Dieses wurde von den Entwicklungssingenieuren der Mechatronik über viele Jahre durch ständige Verbesserungen immer weiter perfektioniert.

Positionierung bedeutet Bewegung und assoziiert Schnelligkeit und Präzision. Je schneller die Bewegungen erfolgen, desto höher ist die Produktivität einer automatisierten Produktionslinie. Hier ist eine Kombination von hoher Genauigkeit bei gleichzeitig schneller Bewegung gefordert. Häufig führt eine Erhöhung der Geschwindigkeit zu einem ungenaueren Abstoppen an der gewünschten Position. Um dieses Problem in den Griff zu bekommen, wurden spezialisierte Positioniermodule für unterschiedliche Positionieraufgaben entwickelt.

Eine Erhöhung der Produktivität einer Produktionsanlage bedeutet mehr Produkte innerhalb des gleichen Zeitraums. Dadurch werden die Kosten für weitere Anlagen, die nun nicht mehr benötigt werden, sowie für deren Produktionsfläche und deren Unterhalt eingespart. Gibt es bei einer Anlage niemals Probleme mit der Positionierung, könnte das daran liegen, dass diese nicht effektiv genug arbeitet und Potential zur Steigerung des Durchsatzes bietet. Dies ist der Ansatzpunkt für die Umrüstung auf ein für diese Aufgaben optimiertes Steuerungssystem.

1.2 Stellantriebe für die Positionierung

Die Auslegung eines Positioniersystems hängt von der Art des verwendeten Stellantriebs ab. Der Stellantrieb ist eine mechanische Vorrichtung, die ein einzelnes Teil oder eine festgelegte Anzahl von Teilen innerhalb eines Systems bewegt und überwacht.

Zusammen mit einem Stellantrieb werden oft Sensoren eingesetzt, welche die Bewegung und die Position eines Werkstücks erfassen. Die folgenden Abbildungen zeigen Beispiele von verschiedenen Antriebsmöglichkeiten, deren Anwendung und Schwachstellen.

1.2.1 Pneumatik

Merkmale und Nachteile

- Druckluft ist notwendig und muss über ein hochwertiges Rohrleitungssystem verteilt werden
- Begrenztes Drehmoment
- Positionierung an mehreren Punkten nur mit hohem Aufwand realisierbar
- Aufwendige Änderung von Positionen

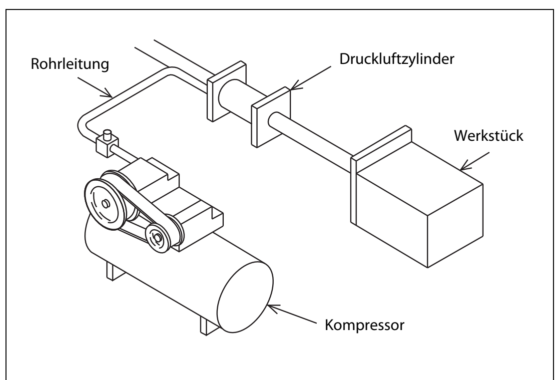


Abb. 1-1: *Prinzip von Pneumatik*

120010da.eps

1.2.2 Gebremster Motor

Merkmale und Nachteile

- Einfache Positioniermechanik
- Schlechte Wiederkehrgenauigkeit
- Aufwendige Änderung von Positionen
  (Bei Verwendung von optischen Sensoren oder Schaltern für die Anhaltepostion)

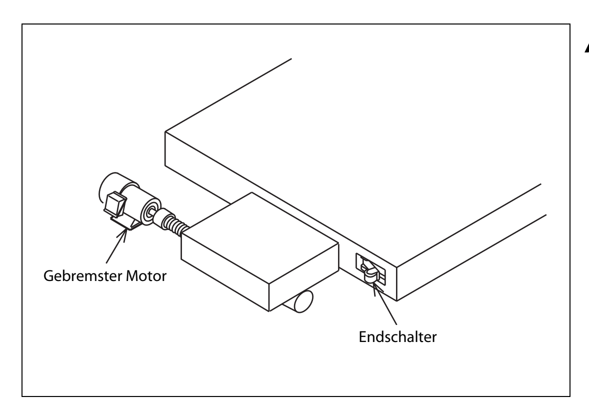


Abb. 1-2: *Prinzip des gebremsten Motors*

120020da.eps

1.2.3 Kupplungs-/Bremseinheit

Merkmale und Nachteile

- Häufige Positionierung möglich
- Begrenzte Lebensdauer der Kupplungsscheibe
- Aufwendige Änderung von Positionen
(Bei Verwendung von optischen Sensoren oder Schaltern für die Anhaltepostion)

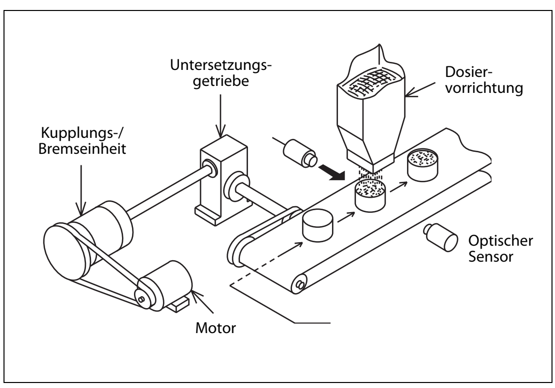


Abb. 1-3: *Prinzip der Kupplungsbremse*

120030da.eps

1.2.4 Schrittmotor

Merkmale und Nachteile

- Einfache Positioniermechanik
- Überspringen von Motorschritten bei hoher Last
- Kleine Motorleistung
- Ungenaue Position bei hoher Geschwindigkeit

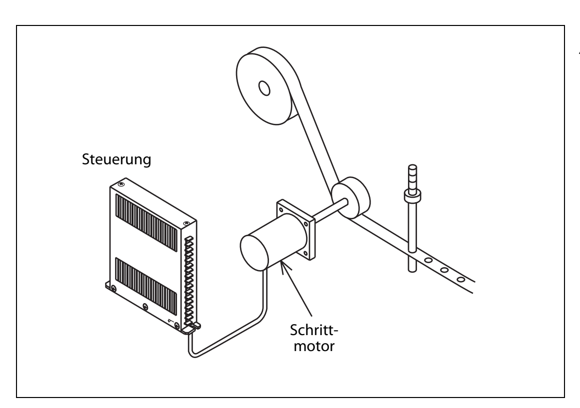


Abb. 1-4: *Prinzip des Schrittmotors*

120040da.eps

1.2.5 DC-Servosystem

Merkmale und Nachteile

- Genaue Positionierung
- Wartungsaufwand für Motorbürsten
- Keine hohen Drehzahlen möglich

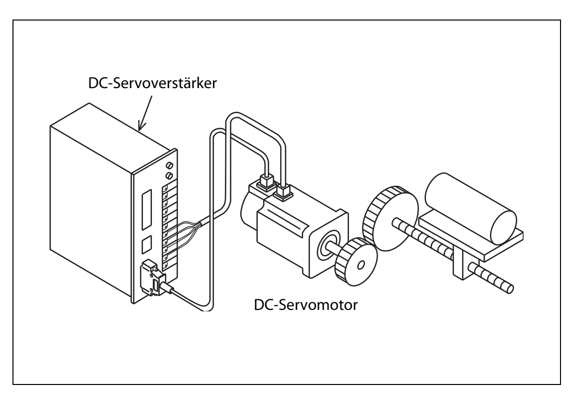


Abb. 1-5: *Prinzip des DC-Servosystems*

120050da.eps

1.2.6 Standardumrichter mit Standardmotor

Merkmale und Nachteile

- Positionierung mit variabler Geschwindigkeit durch schnellen Zähler
- Ungenaue Positionierung
- Kein hohes Drehmoment beim Anlaufen
  (Höheres Drehmoment nur mit Spezialumrichter möglich)

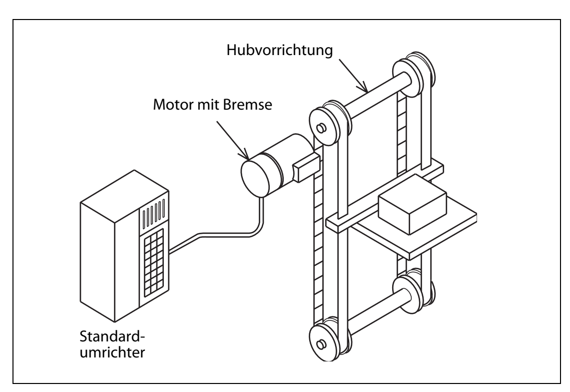


Abb. 1-6: *Prinzip des Standardumrichters mit Standardmotor*

120060da.eps

1.2.7 AC-Servosystem

Merkmale und Nachteile

- Genaue Positionierung
- Wartungsfrei
- Positionsadresse leicht anpassbar
- Kompakte Bauform bei hoher Leistung

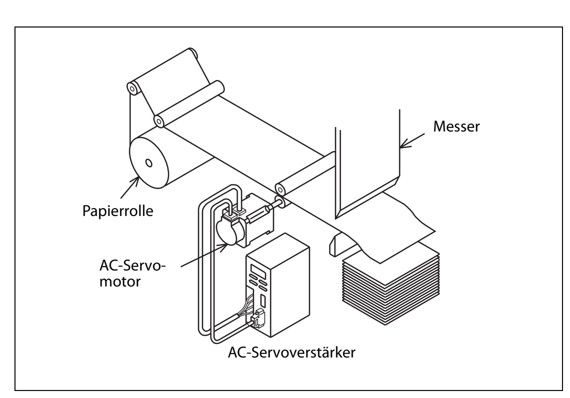


Abb. 1-7: *Prinzip des AC-Servosystems*

120030da.eps

1.3 Methoden der Positionierung

Grundsätzlich gibt es zwei Arten, ein Werkstück zu steuern: Drehzahlregelung und Lageregelung. Für einfachere Positionieraufgaben reicht eine Drehzahlregelung über einen Umrichter mit Standardmotor aus. Bei hohen Anforderungen an die Positioniergenauigkeit kommt nur ein Servosystem mit verbesserter Verarbeitung von Befehlsimpulsen in Frage.

1.3.1 Drehzahlregelung

Anwendung mit Endschaltern

Auf dem Verfahrweg des Werkstücks sind zwei Endschalter montiert. Die Geschwindigkeit des Motors wird beim Passieren des ersten Endschalters verringert. Bei Passieren des zweiten Endschalters wird der Motor abgeschaltet und die Bremse zum Abstoppen des Werkstücks aktiviert.

Bei dieser Anwendung kann das Positioniersystem ohne SPS und Positioniermodule kostengünstig aufgebaut werden.

– Richtwert für die Genauigkeit der Zielposition: Ungefähr ±1,0–5,0 mm
  (Der Richtwert gilt bei geringer Geschwindigkeit nach dem ersten Endschalter von 10–100 mm/s.)

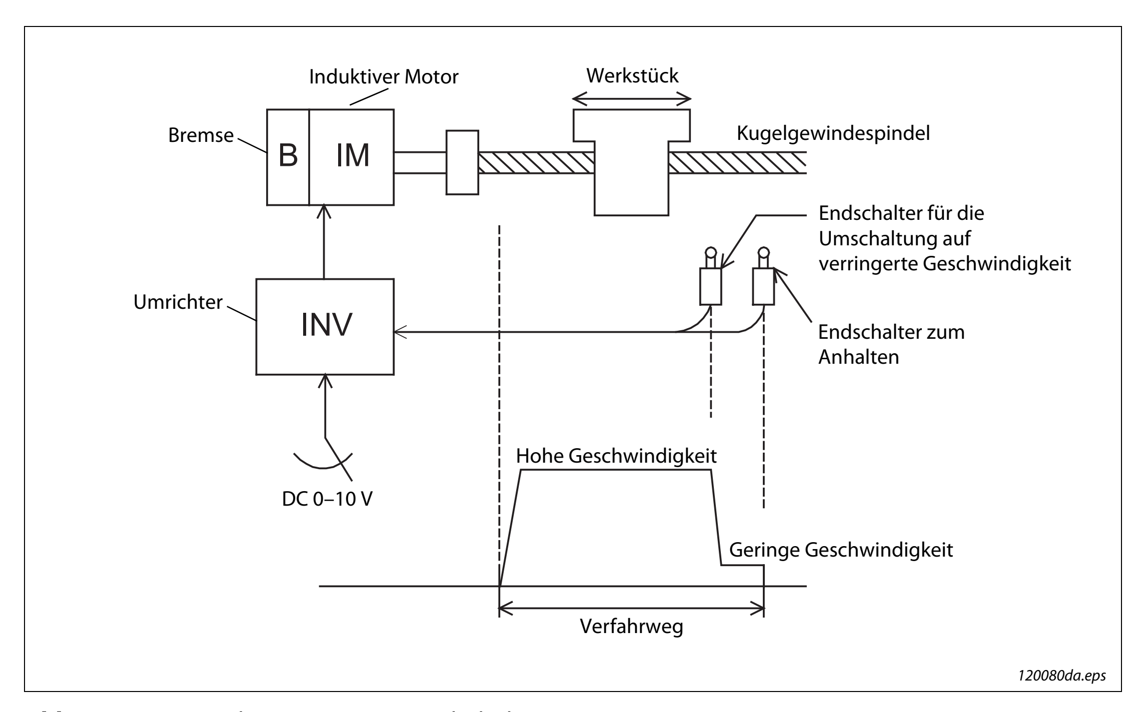


Abb. 1-8: *Anwendungsprinzip mit Endschaltern*

Anwendung mit Impulszähler

Im Motor oder auf der drehenden Achse ist ein Impulsgeber (Encoder) zur Erfassung der aktuellen Position montiert. Die Impulse des Encoders werden von einem High-Speed-Zähler erfasst. Erreicht der Zähler den Zählerstand des vorgegebenen Positionswerts (Sollwert), wird das Werkstück angehalten.

Bei dieser Anwendung kann die Zielposition einfach geändert werden, da keine Endschalter verwendet werden.

– Richtwert für die Genauigkeit der Zielposition: Ungefähr ±0,1–0,5 mm
 (Der Richtwert gilt bei geringer Geschwindigkeit von 10–100 mm/s.)

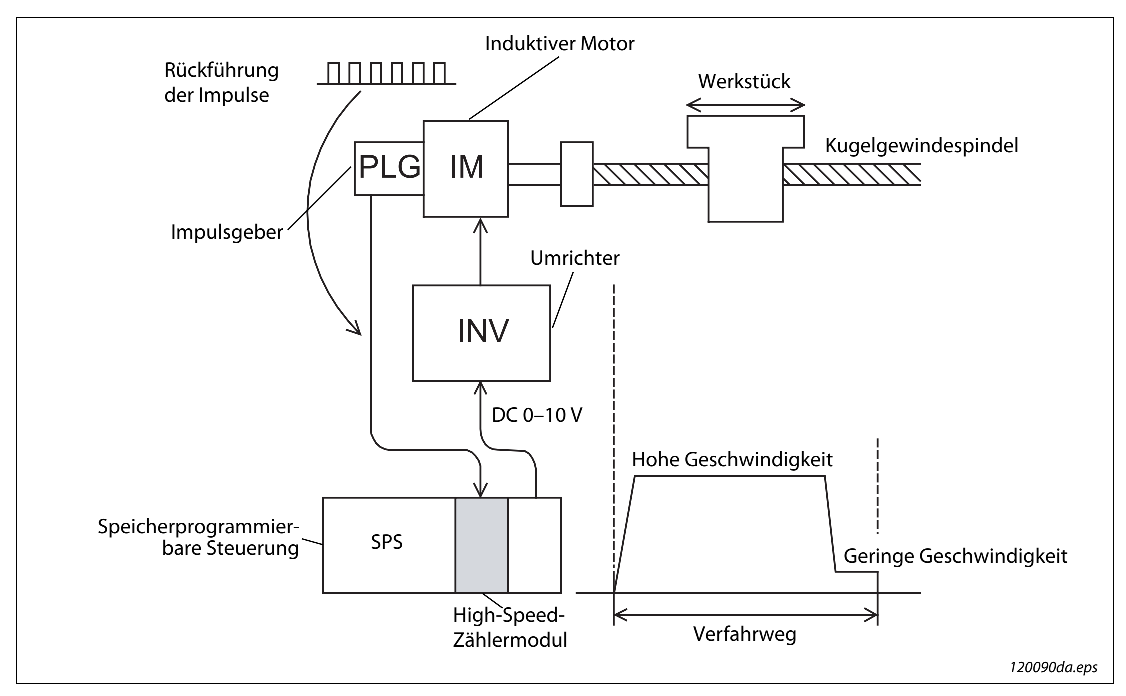


Abb. 1-9: *Anwendungsprinzip mit Impulszähler*

Bei Drehzahlregelsystemen, die einen Umrichter einsetzen, ist die Genauigkeit der Zielposition nicht sehr hoch. Bei einem System mit Endschaltern gibt es keine Rückmeldung über die Zielposition des Werkstücks an die Steuerung.

Die Anwendung der Impulszählung gestattet eine variable Geschwindigkeit. Die Zielposition kann abhängig vom gewünschten Verfahrweg unter Berücksichtigung des Frequenzgangs des rückgeführten Impulsgebersignals vom Motor als Zählerstand (Sollwert) festgelegt werden.

Soll das Werkstück mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten verfahren werden, verschlechtert sich sowohl bei der Anwendung mit Endschaltern, als auch bei der Anwendung mit Impulszähler bedingt durch verzögerte Reaktion auf das Stopp-Signal und durch Nachlauf des Motors die Genauigkeit der Zielposition.

- Verwenden Sie zum automatischen Anhalten eines über einen Motor angetriebenen Werkstücks immer ein Positionssignal von einem Endschalter oder von einer Vergleichszählung. Im allgemeinen sollte gleichzeitig auch eine Bremse aktiviert werden.

- Bedingt durch Nachlauf und Massenträgheit verfährt das Werkstück etwas über die Zielposition hinaus. Der durch den Nachlauf bedingte Verfahrweg ist undefiniert und ist im nachfolgenden Zeitdiagramm grau markiert.

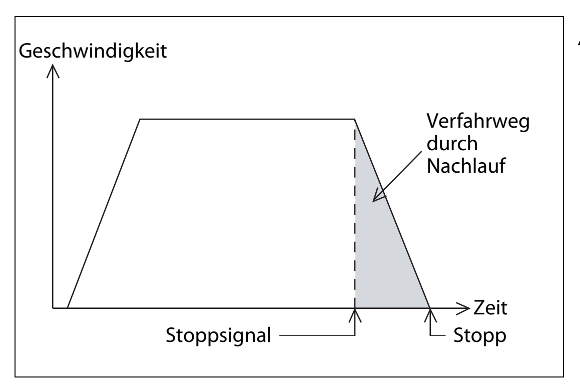


Abb. 1-10: *Zeitdiagramm*

- Das verzögerte Verringern der Geschwindigkeit nach dem Stoppsignal ist nachfolgend dargestellt. Der Streubereich der Verzögerung ist abhängig von der Geschwindigkeit des Werkstücks.

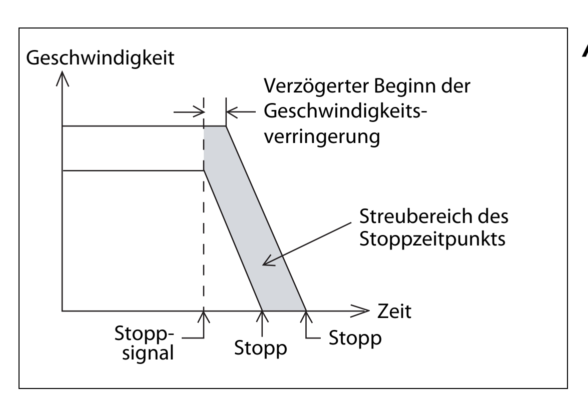


Abb. 1-11: *Zeitdiagramm*

- Vielfach ist die Genauigkeit der Anhalteposition beim Abstoppen von der Betriebsgeschwindigkeit aus nicht ausreichend. Das einfachste Mittel zur Steigerung der Positioniergenauigkeit ist die Verringerung der Betriebsgeschwindigkeit. Allerdings wird damit auch der Durchsatz der Maschine verringert. Eine effektivere Maßnahme ist die Verringerung der Geschwindigkeit kurz vor dem Stoppposition, wie im nachfolgenden Zeitdiagramm dargestellt. Damit bleibt der Durchsatz der Maschine nahezu erhalten, mit einem Gewinn an Positioniergenauigkeit.

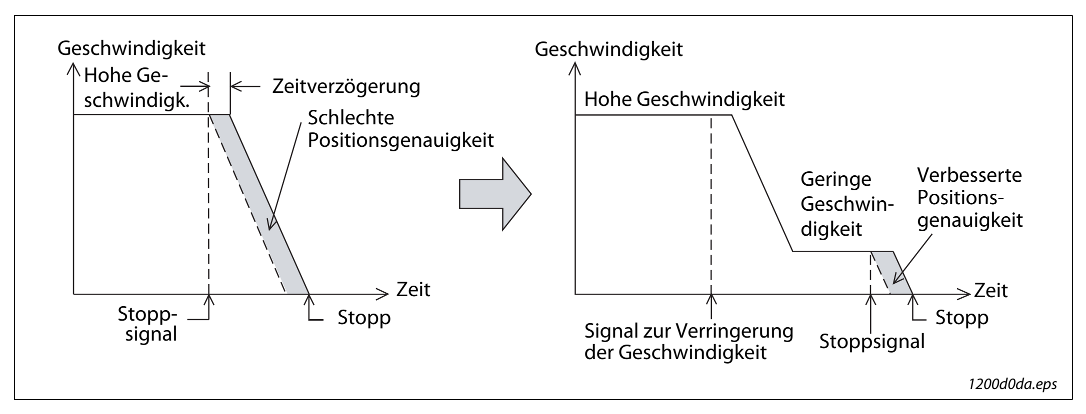


Abb. 1-12: *Zeitdiagramm*

1.3.2 Lageregelung

Anwendung mit Sollwertimpulsen

Bei der Lageregelung mit Sollwertimpulsen ist die Antriebseinheit ein AC-Servomotor, der sich proportional zur Anzahl der Eingangsimpulse dreht.

Die zum Verfahrweg korrespondierende Anzahl an Impulsen wird von einem Servoverstärker, der den AC-Servomotor ansteuert, verarbeitet. Dadurch erfolgt die Positionierung bei hoher Geschwindigkeit proportional zur Impulsfrequenz.

– Richtwert für die Genauigkeit der Zielposition: Ungefähr ±0,01–0,05 mm
  (Der Richtwert gilt bei geringer Geschwindigkeit von 10–100 mm/s.)

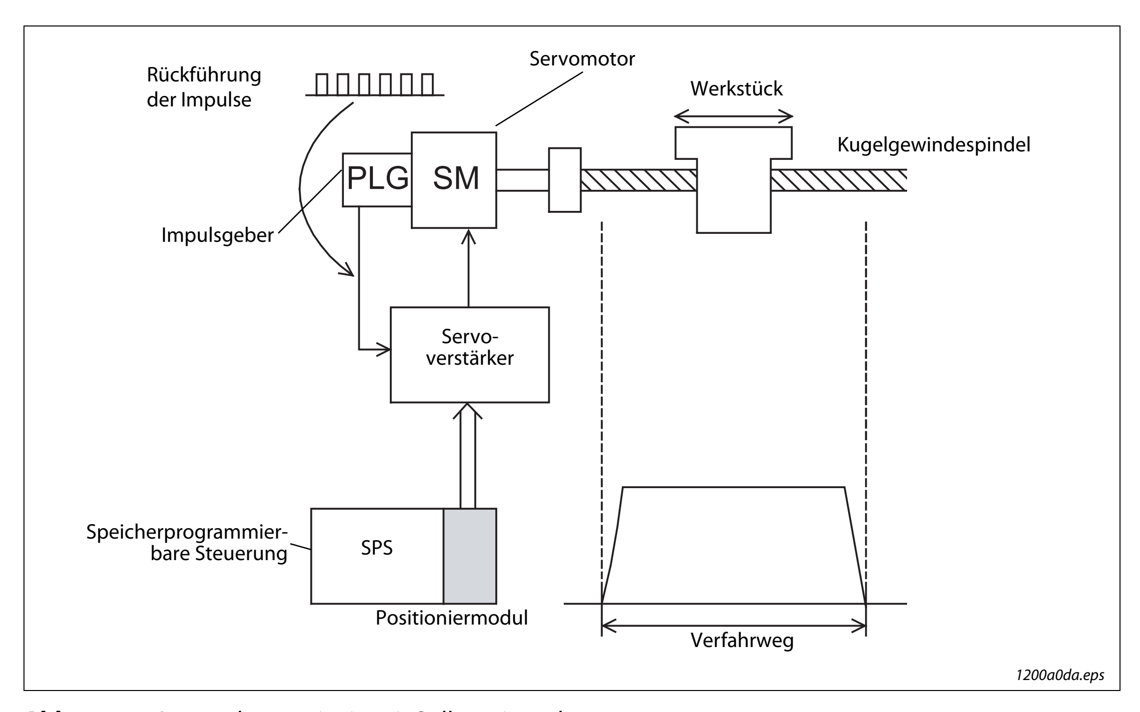


Abb. 1-13: *Anwendungsprinzip mit Sollwertimpulsen*

Die zuvor beschriebenen Schwachpunkte der Drehzahlregelung werden durch dieses System mit Servoverstärker und Sollwertimpulsen deutlich verbessert. Am Servomotor ist ein Encoder montiert, der den aktuellen Betrag der Servomotordrehung (Verfahrweg des Werkstücks) erfasst und zeitgleich an den Servoverstärker übermittelt. Dadurch steuert der Servoverstärker das Werkstück kontinuierlich mit hoher Geschwindigkeit auf die Zielposition. Dieses System eliminiert die Effekte wie Motornachlauf und verzögerte Reaktion auf Stoppsignale, so dass die Positioniergenauigkeit wesentlich verbessert wird. Weiterhin werden für normale Positionieroperationen Endschalter und Impulszählungen durch die SPS überflüssig.

2 Positionierung mit dem AC-Servosystem

2.1 Vorteile eines AC-Servosystems

Mit einem AC-Servosystem erfolgt die Positionierung auf verschiedene Weise. Typischerweise werden für ein solches System ein Positioniermodul, ein Servoverstärker und ein Servomotor benötigt. Die folgende Abbildung zeigt eine solche Konfiguration.

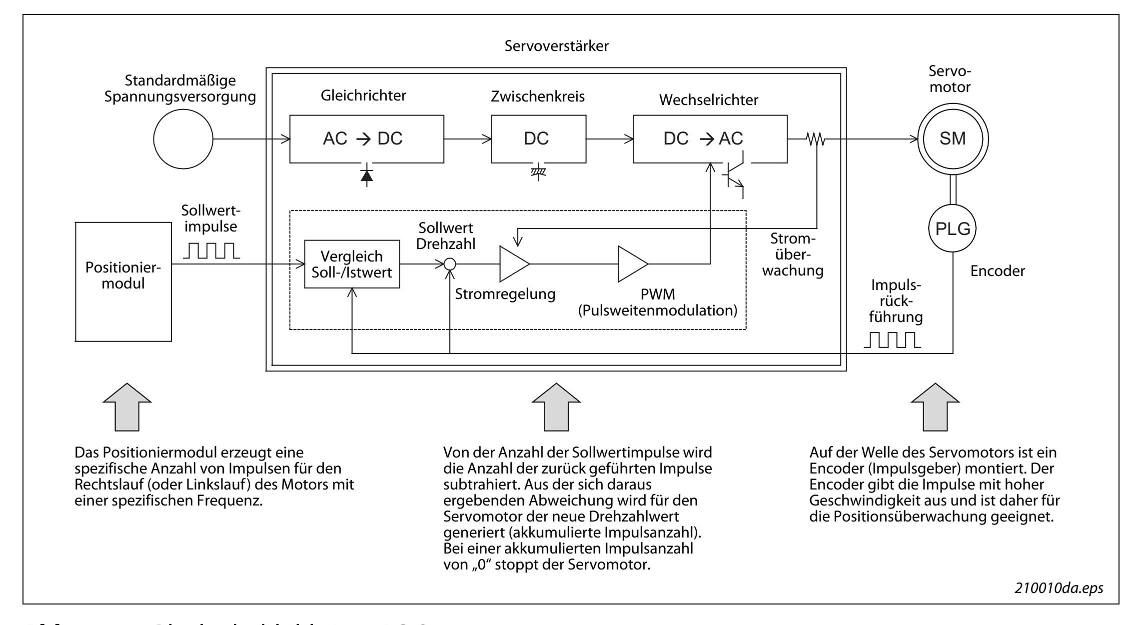


Abb. 2-1: *Blockschaltbild eines AC-Servosystems*

Bei den AC-Servosystemen der neusten Generation wurden folgende Merkmale verbessert:

- Aktuelle Servosysteme sind vollständig digital. Sie lassen sich über Parameter an die verschiedensten mechanischen und elektrischen Gegegebenheiten des Automatisierungssystems anpassen. Daher ist eine einfache Inbetriebnahme sicher gestellt.
- Das geringe Massenträgheitsmoment und das erhöhte Drehmoment der Motoren gestatten häufig wechselnde Einsatzbedingungen. Daher ist ein variabler Einsatz des Systems in einer Vielzahl von Anlagen möglich.
- Neueste Servosysteme sind mit der Funktion „Auto-Tuning“ ausgestattet. Mit dieser Funktion wird das Massenträgheitsmoment des Systems automatisch erfasst und die Verstärkungsfaktoren werden entsprechend angepasst. Diese Korrektur ist auch möglich, wenn das Massenträgheitsmoment nicht bekannt ist.
- Die Steuerung des Servoverstärkers über die Sollwertimpulse des Positioniermoduls ist in Hinblick auf Synchronisiergenauigkeit, sowie Drehzahl- und Positioniergenauigkeit verbessert worden.
- Die neuen Systeme sind unanfälliger gegenüber Störeinstrahlung, erlauben eine Verkabelung über lange Entfernungen und haben einen geringeren Verdrahtungsaufwand.

Die Hauptvorteile eines AC-Servosystems sind:

Kompakt und leicht	**Robust im Einsatz**	**Einfach in der Handhabung**	**Kostengünstig im Betrieb**
In einer Automatisierungsanlage spart ein kompaktes und leichtes System Platz für die Montage ein.	Für den Einsatz in einer rauen Umgebung sind robuste Systeme erforderlich.	AC-Servosysteme sind einfacher zu handhaben als hydraulische Lösungen. Sie sind auch für neue Anforderungen flexibel anpassbar.	Ein AC-Servosystem spart für das Unternehmen langfristig Engineering-Kosten ein.

2.2 Beispiele für ein AC-Servosystem

Unter Positionierung versteht man, ein Objekt wie z. B. ein Werkstück oder ein Werkzeug (Bohrer, Messer, etc.) von einem Punkt zu einem anderen Punkt zu bewegen und dieses effizient und präzise abzustoppen. Das heißt mit anderen Worten, dass die Geschwindigkeit in Hinblick auf die Zielposition so gesteuert werden muss, dass die Abweichung zwischen Anhalteposition (Istposition) und gewünschter Zielposition (Sollposition) so gering wie möglich ist. Weiterhin ist eine wichtige Forderung, die Zielposition auf einfache Weise flexibel anpassen zu können.

Verschiedene Möglichkeiten der Positionierung mit einem AC-Servosystem sind nachfolgend dargestellt.

2.2.1 Kostanter Vorschub

Beschreibung

Bei Prozessen zum Stanzen, Schneiden, etc. wird das Material fixiert und abgeschert. Dabei wird der zu bearbeitende Werkstoff mit hoher wiederkehrender Genauigkeit in Position gebracht, um nach dem Abtrennen immer ein gleich großes Produkt zu erhalten.

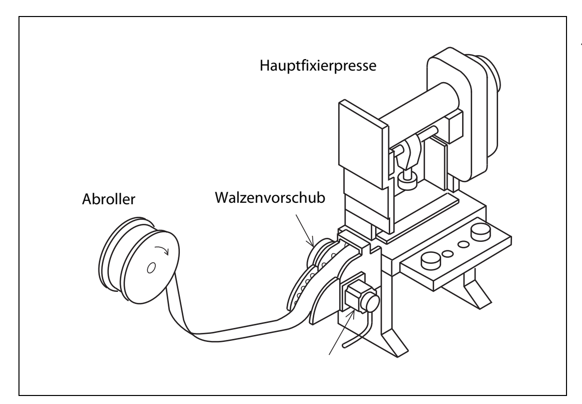


Abb. 2-2: *Beispiel für konstanten Vorschub*

2.2.2 Gewindebohren

Beschreibung

Folgende Vorgänge laufen beim Bohren eines Gewindes wiederholt ab:

① Schneller Vorschub

② Vorschub zum Gewindeschneiden

③ Schnelle Rückfahrt zum Ausgangspunkt

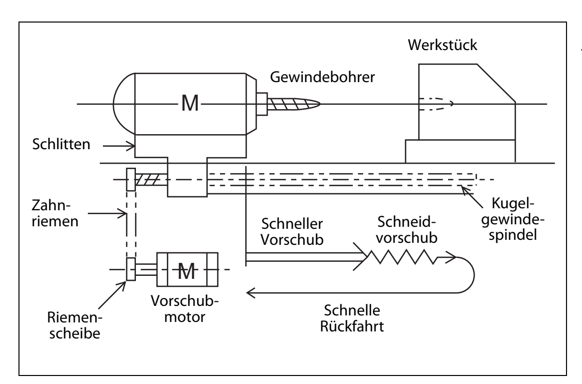


Abb. 2-3: *Beispiel für Gewindebohren*

2.2.3 Bohren in eine Stahlplatte

Beschreibung

Für das Bearbeiten einer planen Fläche ist die genaue Positionierung mit zwei Motoren notwendig. Ein Motor bewegt den Werktisch in X-Richtung, der andere in Y-Richtung.

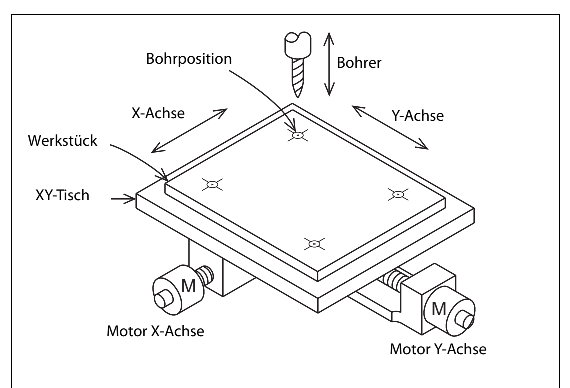


Abb. 2-4: *Beispiel eines XY-Tisches*

200030da.eps

2.2.4 Rundschalttisch

Beschreibung

Die Positionen eines Rundschalttisches sind indexiert. Die Indexpositionen werden von außen über digitale Schalter oder intern über ein Programm festgelegt.

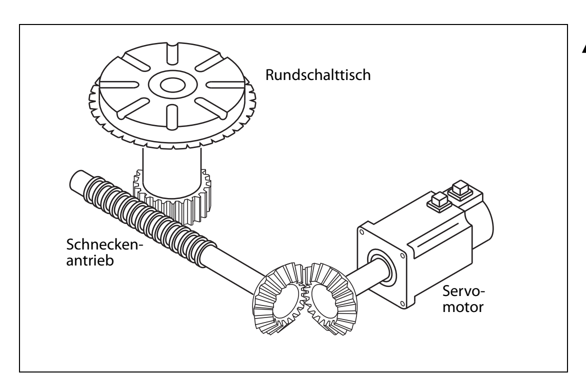


Abb. 2-5: *Beispiel eines Rundschalttisches*

200040da.eps

2.2.5 Hebevorrichtung mit Auf- und Abwärtsbewegung

Beschreibung

Bei einer vertikalen Hebevorrichtung wirkt auf den Servomotor eine negative Last. Aus diesem Grund wird hier eine optionale Bremseinheit eingesetzt.

Damit der Heber im angehobenen Zustand stehen bleibt und nicht wieder durch die Schwerkraft herunterfährt, wird die Servomotorwelle mit einer elektromagnetischen Haltebremse blockiert.

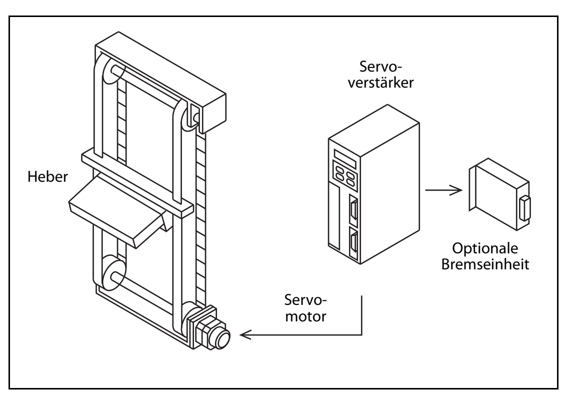


Abb. 2-6: *Beispiel einer Hebevorrichtung*

200050da.eps

2.2.6 Steuerung eines Transportwagens

Beschreibung

Zum Antrieb ist der Servomotor in dem Transportwagen montiert.

Eine Zahnstange oder ähnliches verhindert Schlupf zwischen den Rädern und der Schiene.

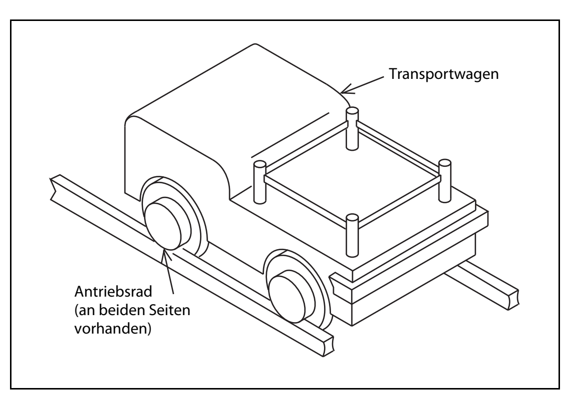


Abb. 2-7: *Beispiel eines gesteuerten Transportwagens*

200060da.eps

2.2.7 Übersetzroboter

Beschreibung

Nachdem das Transportband angehalten hat, setzt das aus zwei Achsen bestehende Servosystem das Werkstück mit einem Greifheber auf die Palette ab. Die unterschiedlichen Absetzpositionen des Werkstücks auf der Palette können beliebig programmiert werden. Weiterhin sind die Absetzpositionen bei geänderten Palettenabmaßen leicht anpassbar.

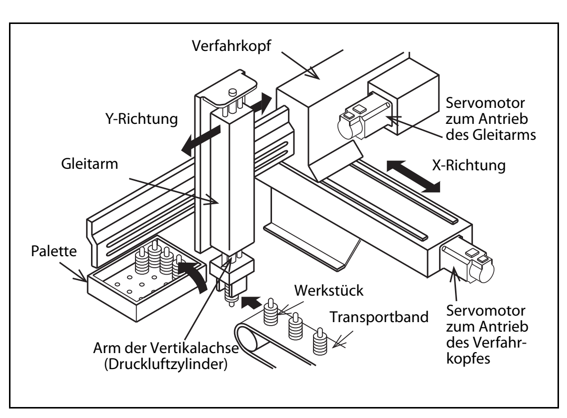


Abb. 2-8: *Beispiel eines Übersetzroboters*

200070da.eps

3 Bestandteile des Positioniersystems und deren Funktion

Ein Positioniersystem besteht aus verschiedenen Komponenten, wie beispielsweise dem Positioniermodul, dem Servoverstärker, dem Servomotor und mechanische Vorrichtungen. In diesem Abschnitt werden die Funktionen der einzelnen Komponenten beschrieben.

Das Blockschaltbild am Anfang zeigt den Zusammenhang der sieben Schlüsselkomponenten eines Positioniersystems.

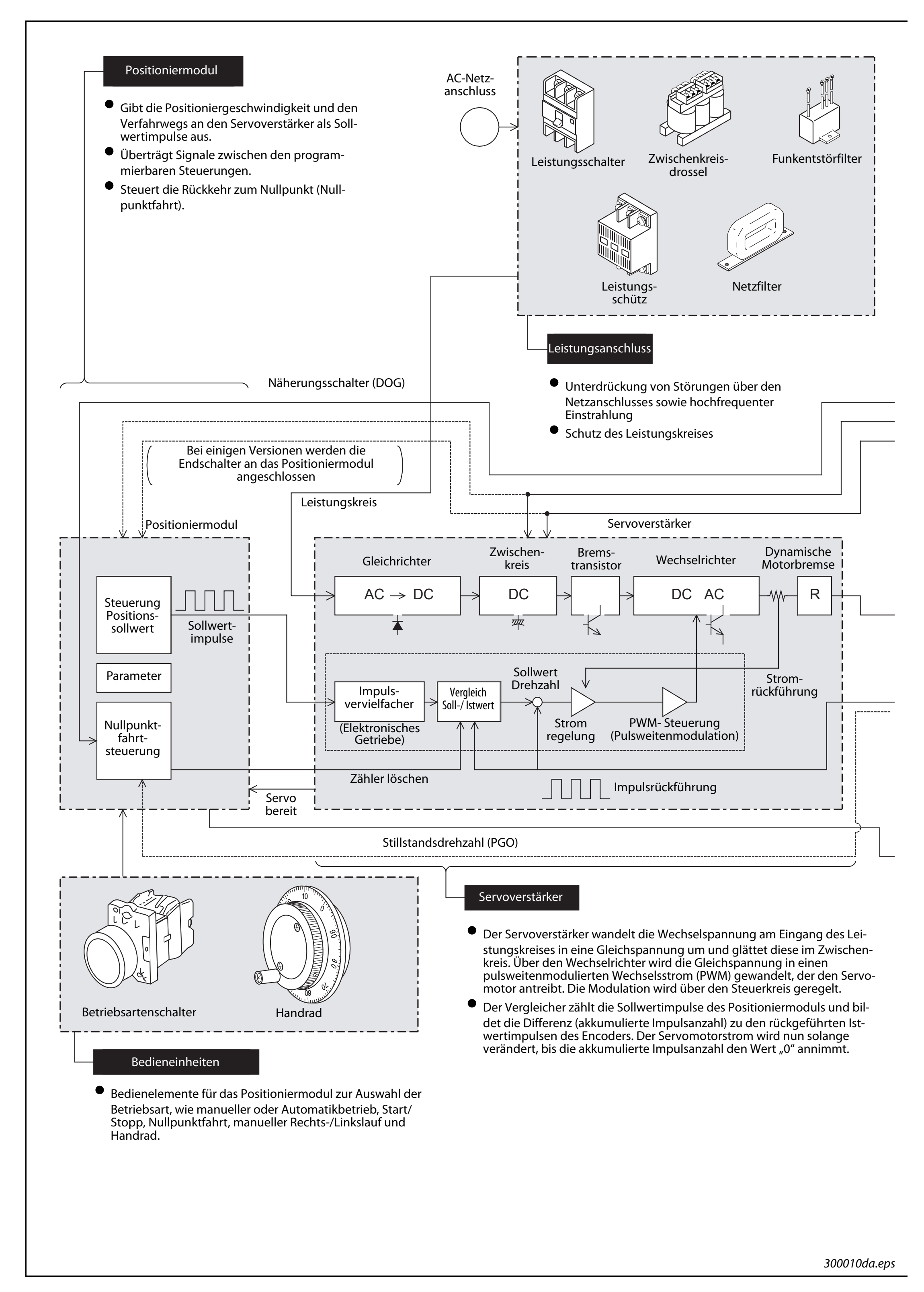


Abb. 3-1: *Bestandteile des Positioniersystems (1)*

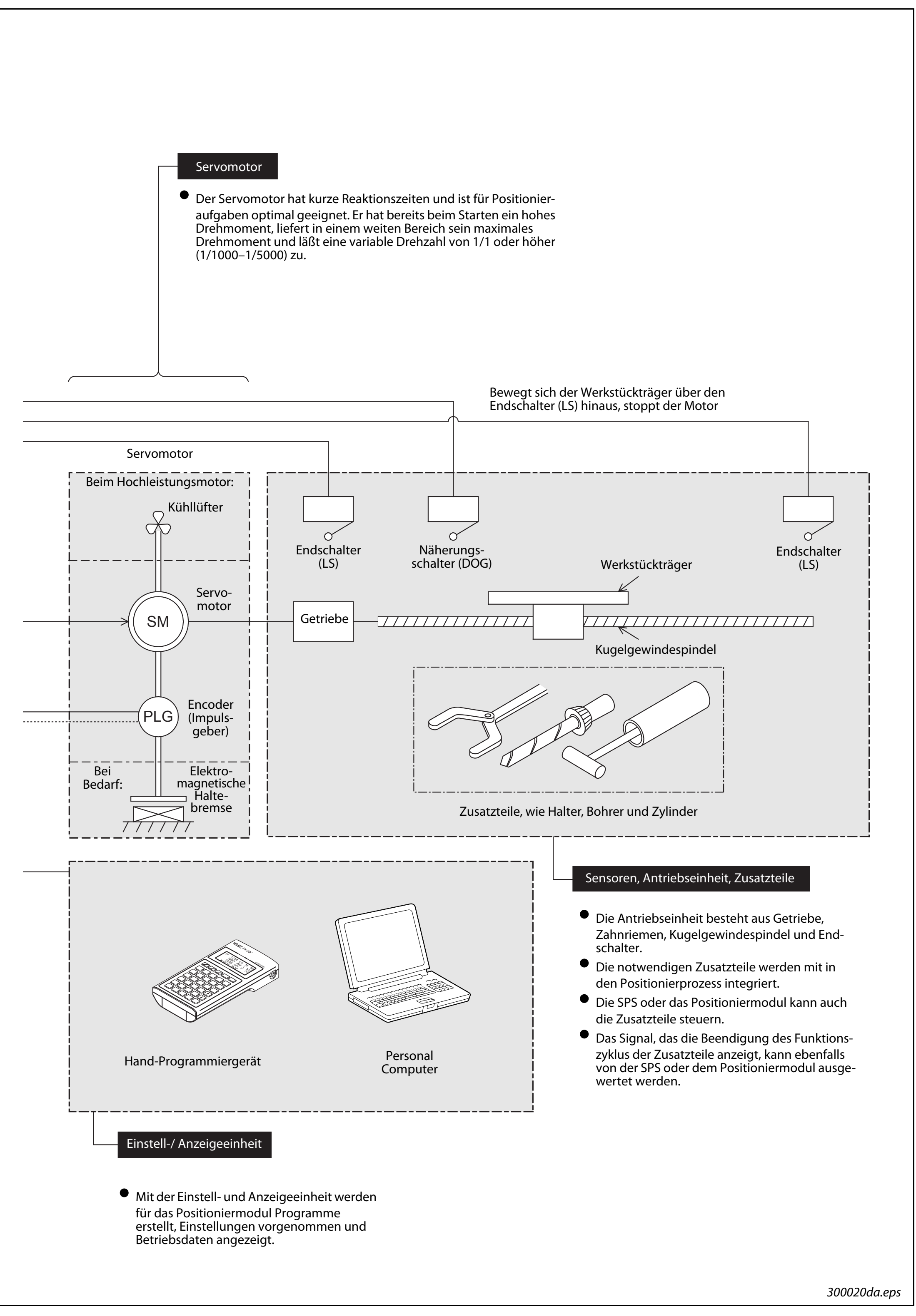


Abb. 3-2: *Bestandteile des Positioniersystems (2)*

3.1 Positioniermodul

Das Positioniermodul wird über Parameter eingestellt und sendet über ein Programm Positionieranweisungen an den Servoverstärker.

3.1.1 Steuerung über Sollwertimpulse

Für Positioniermodule der MELSEC FX-Familie gibt es zwei Methoden zur Steuerung des Servoverstärkers über Sollwertimpulse:

- PLS/DIR-Methode (Impulskette/Richtung)
- FP/RP-Methode (Rechtslauf-/Linkslaufimpulse)

Jede Methode verwendet zur Steuerung des Servoverstärkers zwei Ausgänge des Positioniermoduls. Zusätzlich gibt es noch die A- und B-Phasensteuerung, die zur Festlegung der Drehrichtung sich überschneidende Impulssignale verwendet.

PLS/DIR-Methode

Bei der PLS/DIR-Methode wird über einen Ausgang ein Impulskettensignal an den Servoverstärker gesendet, während der andere Ausgang die Drehrichtung festlegt.

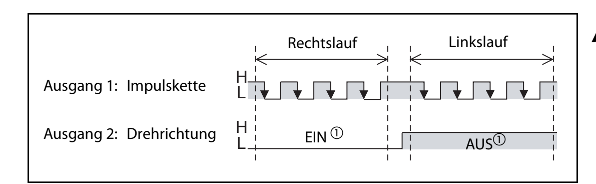


Abb. 3-3: *Zeitlicher Ablauf*

311010da.eps

① „EIN"und „AUS" ist der statische Ausgangsstatus des Positioniermoduls.
„H" und „L" zeigen den HIGH- und LOW-Status einer Kurvenform. Die Darstellung der Sollwertimpulse im Zeitdiagramm basiert auf einer Verschaltung in negativer Logik.

FP/RP-Methode

Bei der FP/RP-Methode liefert der eine Ausgang die Sollwertimpulse für den Rechtslauf und der andere Ausgang die Sollwertimpulse für den Linkslauf an den Servoverstärker.

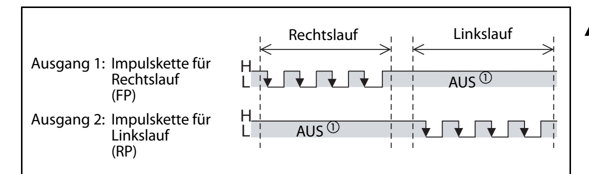


Abb. 3-4: *Zeitlicher Ablauf*

311020da.eps

① „EIN" und „AUS" ist der statische Ausgangsstatus des Positioniermoduls.
„H" und „L" zeigen den HIGH- und LOW-Status einer Kurvenform. Die Darstellung der Sollwertimpulse im Zeitdiagramm basiert auf einer Verschaltung in negativer Logik.

3.1.2 Einstellungen der Grundparameter

Das Positioniermodul sendet eine Serie von Impulsen in Form einer Impulskette an den Servoverstärker. Hierbei wird der Strecke des Vorschubs als proportionale Anzahl Impulse erzeugt. Die Vorschubgeschwindigkeit wird durch die Anzahl der Impulse pro Sekunde festgelegt.

Verfahrweg

Der Verfahrweg wird durch die Angabe der Zieladresse festgelegt. Die Zieladresse kennzeichnet für den Servoverstärker den Weg, wie weit das Werkstück verfahren werden muss. Hat der Encoder des Servomotors eine Auflösung von 8192 Impulsen pro Umdrehung, so bewirkt eine Sollwertvorgabe von 8192 Impulsen, dass sich der Servomotor genau um eine Umdrehung dreht.

Vorschubgeschwindigkeit

Die Vorschubgeschwindigkeit legt den Verfahrweg des Werkstücks pro Zeiteinheit fest. Hat der Encoder des Servomotors eine Auflösung von 8192 Impulsen pro Umdrehung und soll sich der Motor einmal pro Sekunde drehen, so muss die Frequenz der Sollwertimpulse 8192 Impulse/Sekunde sein. Eine Verringerung der Sollwertimpulsfrequenz bewirkt eine geringere Drehzahl des Motors, eine höhere Frequenz erhöht die Drehzahl.

Beschleunigungs-/Verzögerungszeit

Nach dem Anlegen des Startsignals wird der Motor beschleunigt, zur Sollposition verfahren und wieder verzögert. Die Zeit für die Beschleunigungs- und die Verzögerungsphase wird über Parameter festgelegt.

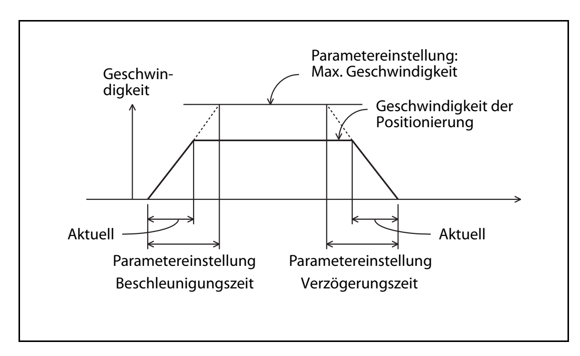


Abb. 3-5: *Zeitlicher Verlauf von Beschleunigung und Verzögerung*

312010da.eps

3.1.3 Nullpunktfahrt/ Referenzpunktfahrt

Bei vielen Positioniersystemen gibt es einen Nullpunkt, der auch „Home-Position“ genannt wird, zu dem das Werkstück nach den verschiedenen Verfahroperationen zurück fährt. Aus diesem Grund verfügen viele Positioniermodule bzw. Servoverstärker über die Funktion Nullpunktfahrt. Der mechanische Nullpunkt wird in der Regel über einen Näherungsschalter (DOG) festgelegt.

Zum Verständnis dieser Funktion ist es notwendig zu wissen, wann die Nullpunktfahrt abhängig von den Parametereinstellungen des Servoverstärkers und vom Typ des Servomotor-Encoders eingesetzt wird.

Inkrementaler Servomotor-Encoder (Impulszählung)

Ist der Servomotor mit einem inkrementalen oder relativen Encoder ausgestattet, geht der aktuell im Positioniermodul gespeicherte Adresswert der Werkstückträgerposition verloren, wenn das System abgeschaltet wird. D. h. bei jedem Wiedereinschalten des System ist der Adresswert auf Null gesetzt und die Position, wo der Werkstückträger aktuell steht wird als Nullpunkt angesehen. Da der Ausgangspunkt des Werkstückträgers nicht mehr dem realen Nullpunkt entspricht, wären die nun bei der Positionierung angefahrenen Positionen nicht mehr korrekt. Aus diesem Grund ist nach dem Einschalten des Systems eine Kalibrierung des Werkstückträgers auf den mechanischen Nullpunkt erforderlich, wozu die Nullpunktfahrt dient.

System der Absolutwert-Positionserkennung

Das System der Absolutwert-Positionserkennung verwendet einen Absolutwert-Encoder. Mit einer entsprechenden Parametereinstellung wird die Absolutwert-Positionserkennung aktiviert. Eine Batterie am Servoverstärker dient dazu, die Positionsdaten dauerhaft zu speichern. In dieser Konfiguration gehen die Daten der aktuellen Position auch dann nicht verloren, wenn das Systeme abgeschaltet wird. Der Vorteil ist, dass die Nullpunktfahrt nur ein einziges mal bei der ersten Inbetriebnahme des Systems ausgeführt werden muss, da nun die Nullpunktdaten nach dem Abschalten nicht mehr verloren gehen.

HINWEIS

Bei der Nullpunktfahrt wird keine physische Nullpunktadresse angefahren. Stattdessen wird solange in eine festgelegte Richtung verfahren, bis der Näherungsschalter (DOG) an der Nullpunktposition erreicht wird. Dieser Punkt wird dann als physische Nullpunktadresse übernommen.

Beispiel ▽

Nullpunktfahrt über Näherungsschalter (DOG)

Das Werkstück passiert während der Nullpunktfahrt das vordere Ende des Näherungsschalters (vorderer Ansprechpunkt) und der Motor wird auf Kriechgeschwindigkeit verzögert. Bei Erreichen des hinteren Endes (hinterer Ansprechpunkt) schaltet das Signal des Näherungsschalters ab, der Motor hält beim nächsten Positionssignal an, das Löschsignal „CLEAR“ schaltet ein und die Position wird als Nullpunktadresse übernommen.

Die über Parameter festgelegte Adresse des Nullpunkts hat im Regelfall den Wert „0“. Nach Abschluss der Nullpunktfahrt wird der Adresswert im Register des Positioniermodul mit dem aktuellen Nullpunktwert überschrieben. Da dieser Bezugswert nicht immer den Wert „0“ haben muss, wird diese Funktion auch als Referenzpunktfahrt bezeichnet.

Im Positioniermodul werden die Richtung der Nullpunktfahrt, die Nullpunktadresse, die Geschwindigkeit, die Verzögerungszeit und die Kriechgeschwindigkeit über Parameter eingestellt.

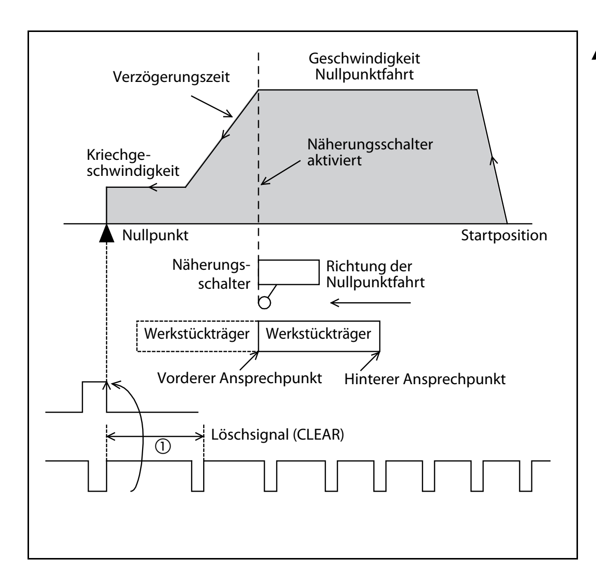


Abb. 3-6: *Zeitlicher Verlauf der Nullpunktfahrt über Näherungsschalter (DOG)*

313010bda.eps

① Der Näherungsschalter sollte so angeordnet sein, dass dessen hinterer Ansprechpunkt zwischen zwei aufeinander folgenden Nullpunktsignalen liegt (1 Impuls pro Motorumdrehung). In diesem Beispiel sollte der Abstand zwischen dem vorderen und hinteren Ansprechpunkt des Näherungsschalters kürzer sein, als der Weg, der für die Verzögerung des Motors benötigt wird.

△

Suche des Näherungsschalters (DOG)/Nullpunktsuche

Bei einigen SPS-Systemen kann der Näherungsschalter gesucht werden, wenn dieser bei der Positionierung bereits passiert wurde. Dabei fährt der Werkstückträger bis zum Ansprechen des Endschalters, kehrt die Verfahrrichtung um, fährt über den Nullpunkt hinaus zurück, kehrt nochmals die Verfahrrichtung um und sucht nun den Näherungsschalter.

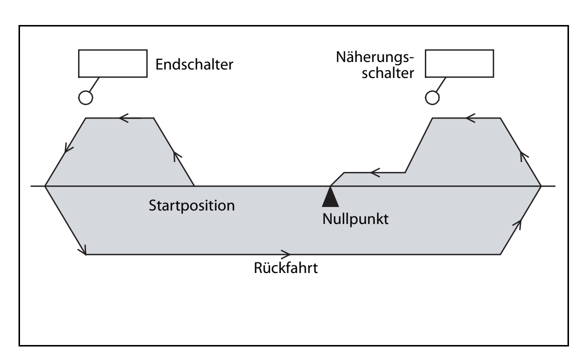


Abb. 3-7: *Zeitlicher Verlauf der Suche des Näherungsschalters*

313020da.eps

3.2 Servoverstärker und Servomotor

Der Servoverstärker steuert entsprechend den Sollwertimpulsen des Positioniermoduls Verfahrweg und Geschwindigkeit. Der Servomotor treibt daraufhin die an die Motorwelle angekoppelte Mechanik an.

3.2.1 Steuerung über Sollwertimpulse

Die Sollwertimpulse des Positioniermoduls werden vom Leistungskreis des Servoverstärkers in einen pulsweitenmodulierten Strom umgewandelt, der den Servomotor antreibt. Die Information über Drehzahl und Drehweg des Servomotors werden über die Rückführungsimpulse des Encoders an den Servoverstärker übermittelt.

3.2.2 Zähler zum Vergleich von Istwert und Sollwert

Der Ist-/Sollwertvergleichszähler ermittelt die Differenz zwischen den Sollwertimpulsen und den rückgeführten Istwertimpulsen. Die Differenz wird auch als akkumulierte Impulse bezeichnet.

Bei Betrieb der Maschine bei konstanter Geschwindigkeit ist die Anzahl akkumulierter Impuls annähernd konstant. Während der Beschleunigungs-, bzw. Verzögerungsphase ändert sich die Anzahl der akkumulierten Impulse stärker.

Ist die Anzahl der akkumulierten Impulse gleich oder geringer als die Vorgabe ist die Zielposition erreicht. Der Servoverstärker erhält keine Sollwertimpulse mehr und gibt das Signal „In-Position“ (Positionierung beendet) aus.

Der Servomotor läuft noch so lange weiter, bis die Anzahl der akkumulierten Impulse den Wert „0“ annimmt.

Die Zeit zwischen der Ausgabe des Signals „In-Position“ und dem Stoppen des Servomotor wird als Anhalteverzögerung bezeichnet.

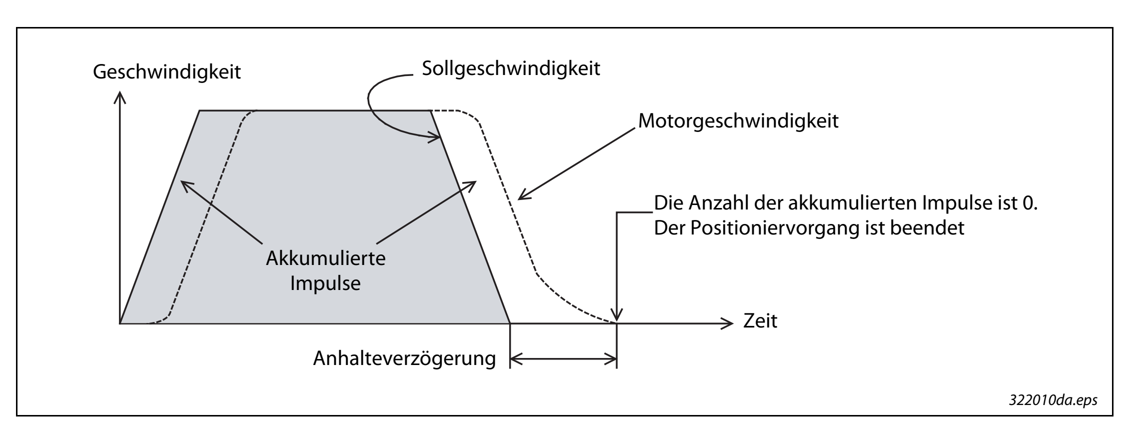


Abb. 3-8: *Zeitlicher Verlauf*

3.2.3 Servoverriegelung

Bei der Servoverriegelung wird der Servomotor so gesteuert, dass die Anzahl der akkumulierten Impulse 0 ist.

Wirkt beispielsweise eine externe Kraft auf die Motorwelle, erzeugt der Motor eine so hohe Gegenkraft in Form eines entgegengesetzten Drehmoments, dass die Anzahl der akkumulierten Impulse Null bleibt.

Akkumulierte Impulse des Soll-/Istwertvergleichs	Verhalten des Servomotors
Negative Impulse	Linkslauf
Positive Impulse	Rechtslauf
0 (Null)	Stopp

Tab. 3-1: *Steuerung des Servomotors über akkumulierte Impulse*

3.2.4 Bremswiderstand und Bremseinheit

Während der Verzögerungsphase arbeitet der Servomotor auf Grund seiner Massenträgheit wie ein Generator. Die dabei entstehende elektrische Leistung wird zum Servoverstärker zurück geführt. Im Servoverstärker ist ein Bremswiderstand vorhanden, der die elektrische Leistung absorbiert und so als Bremse wirkt. Die elektrische Leistung wird dabei in Wärme umgesetzt.

Bei häufigen Bremsvorgängen kann die Leistung des internen Bremswiderstands überschritten werden. Hier besteht die Möglichkeit, an den Servoverstärker einen externen Bremswiderstand mit höherer Leistung anzuschließen.

Die vom Servomotor erzeugte Spannung kann bei einem Motor mit hohem Massenträgheitsmoment den zulässigen Spannungsbereich des Servoverstärkers übersteigen. Zum Schutz des Servoverstärkers vor induzierter Überspannung muss eine elektronische Bremseinheit verwendet werden.

3.2.5 Dynamische Motorbremse

Kommt es beim Servoverstärker zu einer Unterbrechung der AC-Spannungsversorgung des Leistungskreises und schaltet dadurch eine Baugruppe innerhalb des Servoverstärkers ab, wird eine Schutzschaltung aktiviert. Dabei werden die Leistungsanschlüsse des Servomotors über Widerstände kurz geschlossen, die Rotationsenergie wird in Wärme umgesetzt und der Motor stoppt sofort ohne frei auszulaufen.

Nach dem Abbau der Rotationsenergie ist die dynamische Motorbremse nicht mehr wirksam und die Motorwelle kann frei gedreht werden.

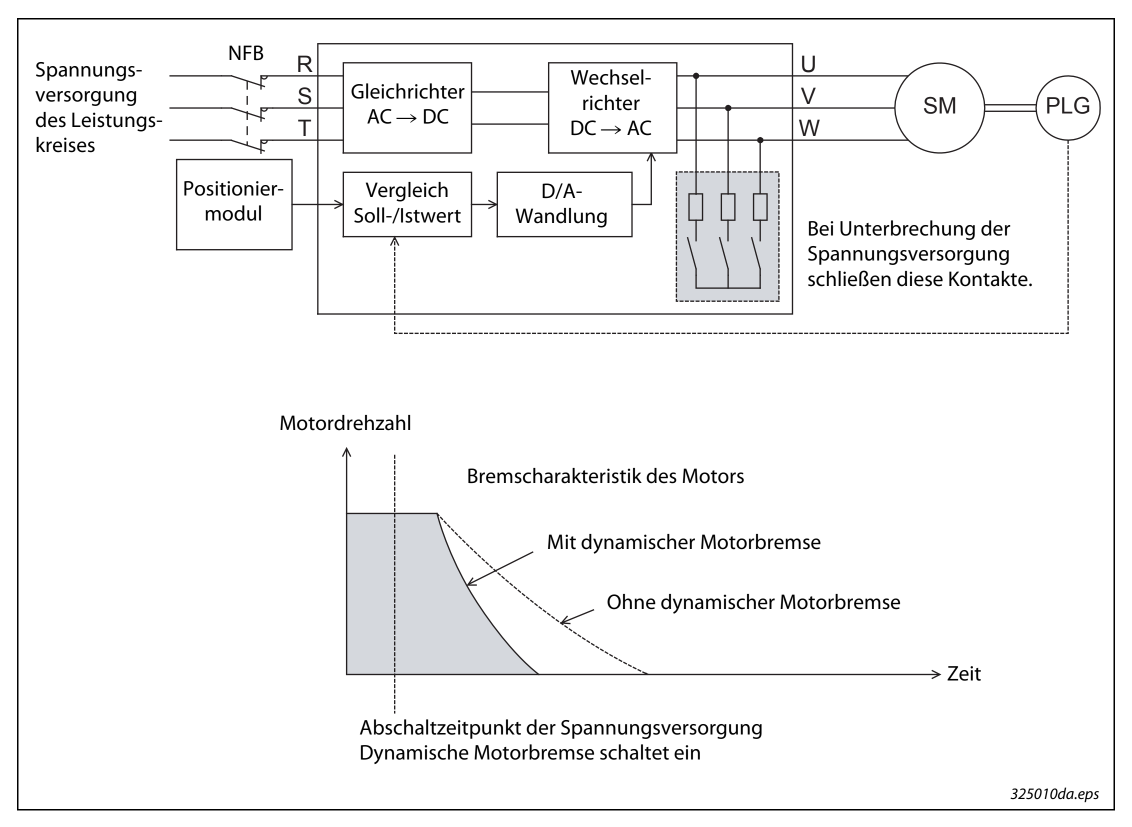


Abb. 3-9: *Funktion der dynamischen Motorbremse*

3.3 Antriebsmechanik

Die Antriebsmechanik verwandelt die Drehung des Motors über ein Getriebe, einen Zahnriemen, eine Kugelgewindespindel, usw. in eine vertikale oder eine Vor- und Rückwärtsbewegung, um die Maschine dadurch zu bewegen.

3.3.1 Grundlagen zur Ermittlung des Verfahrwegs

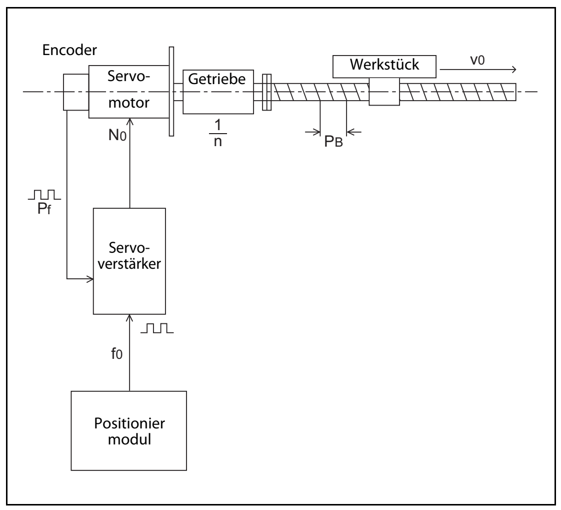


Abb. 3-10: *Prinzip eines Positioniersystems mit AC-Servomotor*

331010da.eps

$\Delta \ell$: Verfahrweg pro Impuls (mm/Impuls)

v_0: Geschwindigkeit des Werkstückträgers (mm/min)

PB: Steigung der Kugelgewindespindel (mm/U)

1/n: Untersetzungsverhältnis des Getriebes

ΔS: Verfahrweg pro Motorumdrehung (mm/U)

N_0: Drehzahl des Motors bei schnellem Vorschub (U/min)

Pf: Anzahl rückgeführter Impulse (Istwertimpulse) (Impulse/U)

f_0: Sollwertimpulsfrequenz bei schnellem Vorschub (Impulse/Sek)

- Der Servomotor stoppt innerhalb von ±1 Sollwertimpuls mit einer Genauigkeit von $\pm\Delta \ell$.
- Der Verfahrweg des Werkstücks ist:

  [Sollwertimpulse des Positioniermoduls] × [$\Delta \ell$]
- Die Geschwindigkeit des Werkstücks ist:

  [f_0] × [$\Delta \ell$]
- Für die Eingabe des Positionierbefehls kann zwischen den Einheiten „mm“, „Zoll“ oder „Grad“ gewählt werden. Sind alle Daten, wie Verfahrweg pro Impuls, Positioniergeschwindigkeit, Zieladresse, usw. entsprechend den Vorgaben des Eingabeprogramms definiert, gibt das Positioniermodul die Sollwertimpulsketten aus und die Positionierung wird ausgeführt.

Hilfreiche Gleichungen

Zur Berechnung der in Abb. 3-10 dargestellten Systemkonfiguration, müssen $\Delta\ell$ und v_0 mit einer Reihe von Gleichungen bestimmt werden. Die Geschwindigkeit des Werkstücks (v_0) wird durch die Eigenschaften der Antriebsmechanik, wie Getriebeuntersetzung, Steigung der Kugelgewindespindel und Spezifikation des Motors eingeschränkt. All diese Punkte werden von den folgenden Gleichungen berücksichtigt.

Verfahrweg pro Motorumdrehung:

$$\Delta S\left(\frac{mm}{U}\right) = P_B \times \frac{1}{n}$$

Drehzahl des Motors bei schnellem Vorschub:

$$N_0\left(\frac{U}{min}\right) = \frac{v_0}{\Delta S} \leqq \text{(Nenndrehzahl des Servomotors)}$$

Übersteigt der errechnete Wert für N_0 nicht die Nenndrehzahl des Motors, so ist das Servosystem für die Anwendung geeignet. Um sicher zu stellen, dass das Positioniermodul auch geeignet ist, sollte die errechnete Sollwertimpulsfrequenz bei schnellem Vorschub (f_0) den Einstellwert „maximale Geschwindigkeit" für das Positioniermodul nicht überschreiten.

Verfahrweg pro Impuls:

$$\Delta\ell\left(\frac{mm}{Impuls}\right) = \frac{\Delta S}{P_f} \times \text{(Multiplikationsfaktor des elektronischen Getriebes)}$$

Sollwertimpulsfrequenz bei schnellem Vorschub

$$f_0\left(\frac{Impulse}{S}\right) = \frac{\Delta S}{\Delta\ell} \times N_0 \times \frac{1}{60}$$

Bei den obigen Berechnungen kann der Multiplikationsfaktor① des elektronischen Getriebes und das Untersetzungsverhältnis des Getriebes noch angepasst werden, um die technischen Daten des Servosystem zu erfüllen.

Sowohl bei Anwendungen mit absoluter Positionierung, als auch bei Einsatz des Systems der Absolutwert-Positionserkennung, sollte der gesamte Verfahrweg der Maschine durch die maximal mögliche Anzahl an Ausgabeimpulsen durch das Positioniermoduls abgedeckt sein.

① Bei MITSUBISHI-Servoverstärkern wird der Multiplikationsfaktor des elektronischen Getriebes oft mit „CMX/CDV" bezeichnet.

3.3.2 Festlegung der Zielposition

Bei Positioniersystemen kann die jeweilige Zielposition durch Parametereinstellung auf zwei verschiedene Arten definiert werden. (Zulässige Einheiten für die Positionseinstellung sind „mm“, „Zoll“, „Grad“ oder „Impulse“)

Absolute Methode

Bei der absoluten Methode werden die Zielpositionen als absolute Adressen definiert, die jeweils den Nullpunkt als Bezug haben. Der jeweilige Startpunkt ist willkürlich.

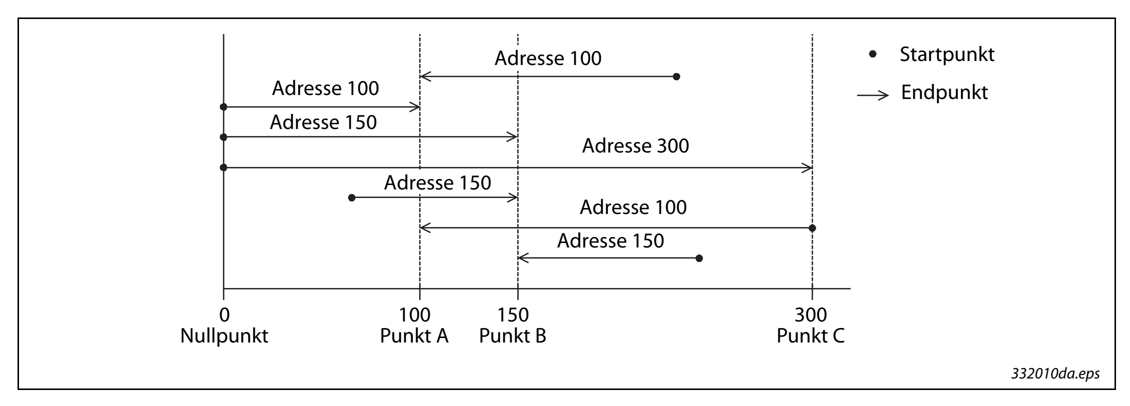


Abb. 3-11: *Absolute Einstellung der Zielpositionen*

Inkrementale Methode

Bei dieser Methode werden die Zielpositionen durch Richtungsabgabe und Verfahrweg definiert. Dabei stellt der zuvor erreichte Zielpunkt den Startpunkt für die nächste Positionierung dar. Die einzelnen Positionierungen werden relativ zueinander definiert.

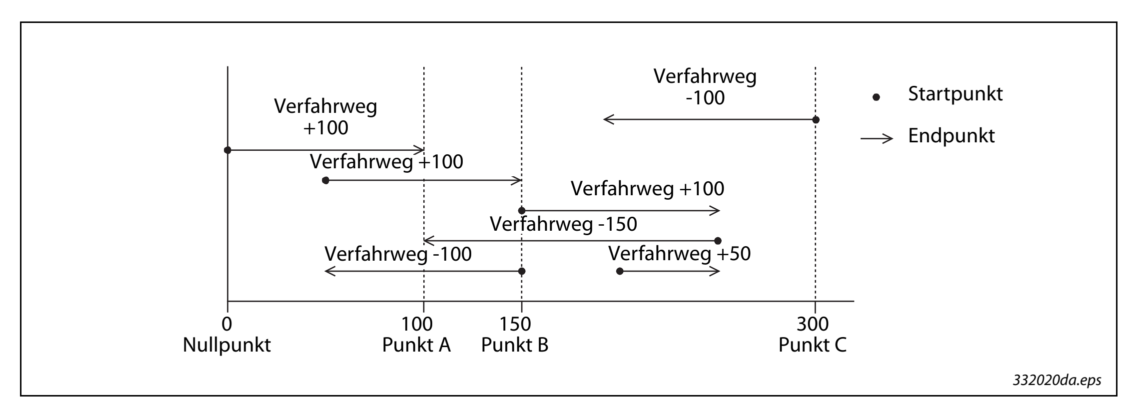


Abb. 3-12: *Inkrementale (relative) Einstellung der Zielpositionen*

4 Einsatz einer FX-SPS für die Positionierung

4.1 Positionierung mit einer SPS der MELSEC FX-Familie

Die speicherprogrammierbaren Steuerungen der Serien FX1S, FX1N, FX3G und FX3U(C) beinhalten Grundfunktionen, um an Schrittmotoren und Servoverstärker Sollwertimpulse senden zu können. Sie unterstützten sowohl die Punkt-zu-Punkt-Positionierung, als auch das Einlesen der absoluten Positionsdaten aus dem Servoverstärker, die Nullpunktfahrt und das Ändern der Werkstückgeschwindigkeit während des Betriebs.

Weitergehende Informationen zur Positionierung mit den SPS der FX-Serie finden Sie in:

- Programmieranleitung zur MELSEC FX-Familie
- Hardwarebeschreibung zur MELSEC FX3G-Serie.
- Hardwarebeschreibung zur MELSEC FX3U-/FX3UC-Serie.
- Bedienungsanleitung zum Positioniermodul FX2N-1PG-E (Art.-Nr. 136268)
- Bedienungsanleitung zum Positioniermodul FX2N-10PG (Art.-Nr. 150239)
- Bedienungsanleitung zum Positioniermodul FX2N-10GM/FX2N-20GM (Art.-Nr. 152597)

Es wird vorausgesetzt, dass Sie die oben aufgeführten Handbücher gelesen und verstanden haben oder darauf zugreifen können.

4.1.1 SPS Übersicht

Anzahl Achsen

SPS-Grundgeräte der Serien FX1S und FX1N mit Transistorausgängen ermöglichen die Steuerung von zwei Achsen mit einer Geschwindigkeit von bis zu 100 000 Impulsen/Sekunde (100 kHz).

Die SPS-Grundgeräte FX3G-14MT/☐ und FX3G-24MT/☐ (Transistorausgänge) können bis zu zwei und Grundgeräte FX3G-40MT/☐ und FX3G-60MT/☐ können max. drei Achsen mit max. 100 kHz steuern.

Ein SPS-Grundgerät der Serie FX3U(C) mit Transistorausgängen unterstützt Geschwindigkeiten von bis zu 100 000 Impulsen/Sekunde (100 kHz) für drei Achsen. Mit zwei Adaptern FX3U-2HSY-ADP kann eine SPS der FX3U-Serie für vier Achsen mit Impulsfrequenzen bis zu 200 kHz aufgerüstet werden.

Alle SPS-Serien verwenden für die Sollwertimpulsausgabe die Methode PLS/DIR.

<table>
<tr><th></th><th>Eine Achse</th><th>Zwei Achsen</th><th>Drei Achsen</th><th>Vier Achsen</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Einsetzbares Grundgerät der MELSEC FX-Familie</td><td colspan="2">FX1S, FX1N, FX3G-14MT/☐, FX3G-24MT/☐</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="3">FX3U, FX3UC, FX3G-40MT/☐, FX3G-60MT/☐</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="4">FX3U + (2) FX3U-2HSY-ADP ②③</td></tr>
<tr><td>Ausgang für Sollwertimpulse</td><td>Y0</td><td>Y1</td><td>Y2</td><td>Y3</td></tr>
<tr><td>Ausgang für Drehrichtung①</td><td>Y4</td><td>Y5</td><td>Y6</td><td>Y7</td></tr>
</table>

Tab. 4-1: *Übersicht der anwendbaren SPS-Grundgeräte*

① Wird das Adaptermodul FX3U-2HSY-ADP nicht eingesetzt, können die Ausgänge zur Festlegung der Drehrichtung beliebig zugeordnet werden. Die hier angegebenen Ausgänge (Y4, Y5, Y6 und Y7) dienen nur als Beispiel.

② Mit dem Adaptermodul FX3U-2HSY-ADP kann auch die Impulsausgabemethode FP/RP genutzt werden.

③ Ein Adaptermodul FX3U-2HSY-ADP kann nur an ein SPS-Grundgerät der FX3U-Serie angeschlossen werden.

Endschalter

Wie bei allen Positioniersystemen werden auch hier Positionsschalter verwendet, die das mechanische Ende der Verfahrwege für die Steuerung festlegen. Hiermit werden Beschädigungen der Maschine durch Programmfehler, usw. verhindert. Bei den SPS der FX3G- und FX3U(C)-Serie werden die Schalter an die Eingänge der Steuerung angeschlossen und dienen der Nullpunktsuche über Näherungsschalter oder der Umkehr der Verfahrrichtung über Endschalter. Der Endschalter zur Begrenzung des Rechtslaufs wird mit LSF (**L**imt **S**witch **F**orward rotation) bezeichnet, derjenige zur Begrenzung des Linkslaufs wird mit LSR (**L**imt **S**witch **R**everse rotation). Beim Servoverstärker werden zusätzliche Begrenzungsschalter eingesetzt um im Extremfall eine Kollision des Werstückträgers zu verhindern.

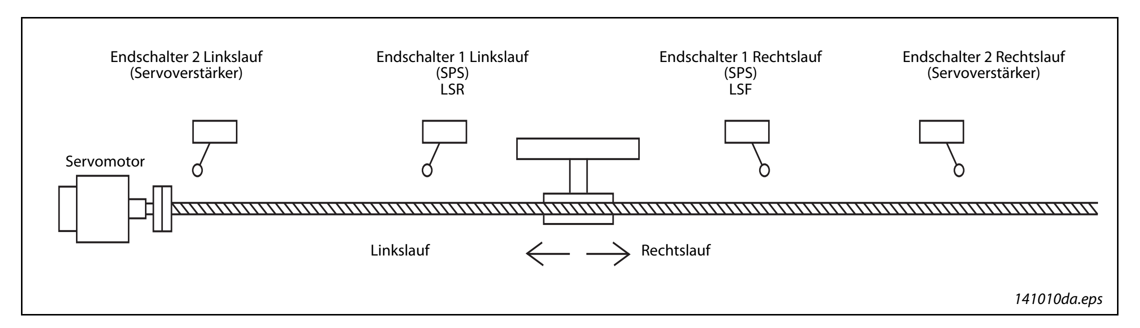


Abb. 4-1: *Anordnung von Endschaltern bei der SPS der Serie FX3U(C)*

Ausgänge in positiver und negativer Logik

Im allgemeinen sind MELSERVO Servoverstärker mit Eingängen in negativer Logik ausgestattet. Um einen korrekten Datenaustausch zwischen Servoverstärker und SPS sicher zu stellen, müssen auch die Ausgänge der SPS in negativer Logik verschaltet werden. Bei einem Servosystem von MITSUBISHI wird eine SPS mit Ausgangstransistoren in negativer Logik verwendet.

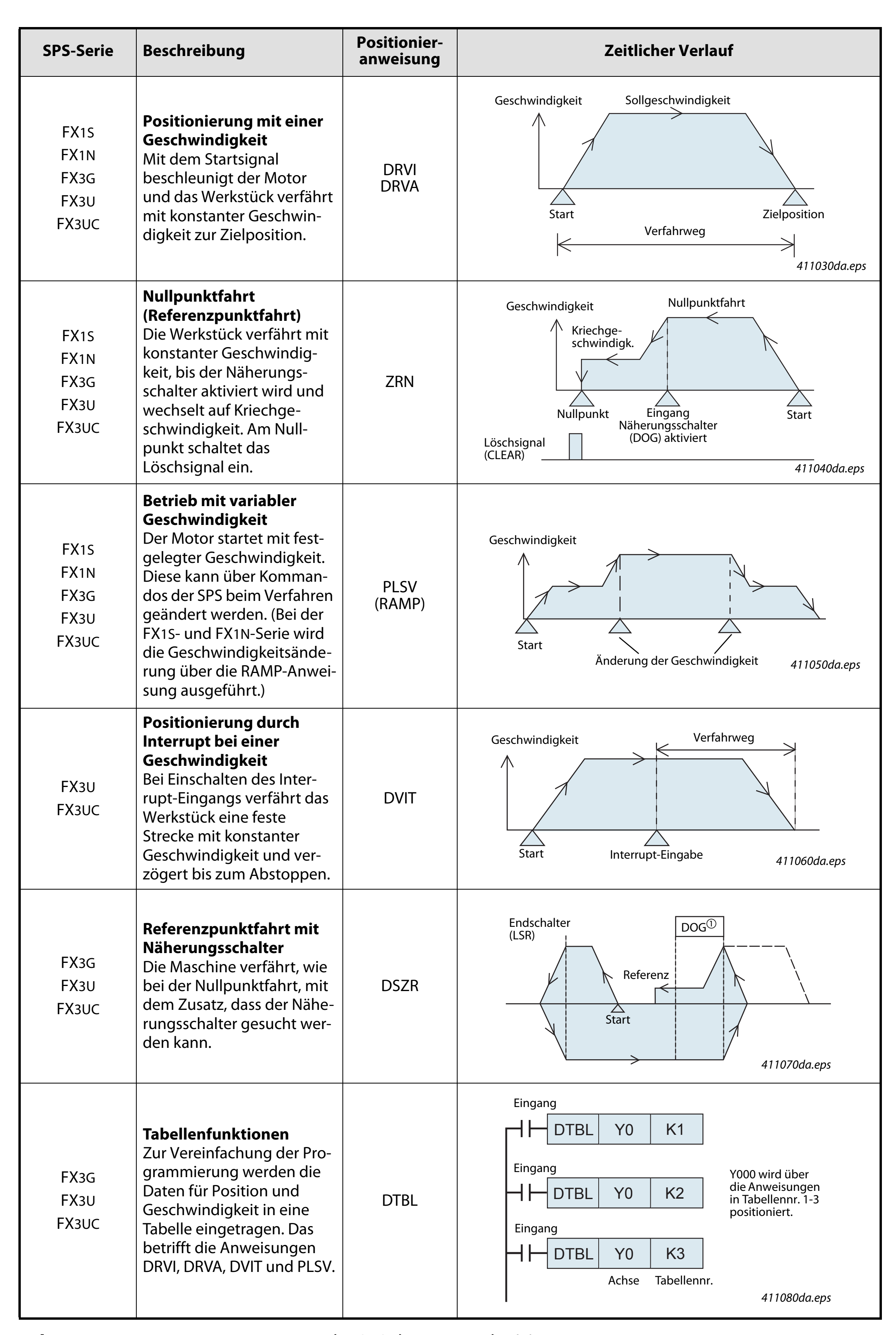
Optionen für die Positionierung

Vor der Auswahl einer SPS für ein Positioniersystem sollte man wissen, welche Positionieranweisungen jede SPS-Serie abdeckt. Die Serie FX1S und FX1N beinhaltet den gleichen Umfang an Positionieranweisungen. Nachteilig bei der Serie FX1S ist nur, dass diese nicht die gleiche Anzahl E/A-Punkte hat und sie nicht mit Sondermodulen für analoge Steuerungsaufgaben und Kommunikation aufgerüstet werden kann.

In Kombination mit den High-Speed-Positioniermodulen kann die Serie FX3U höhere Ausgangsfrequenzen für das Impulssignal liefern und verfügt über drei zusätzliche Positionieranweisungen. Die Positionieranweisungen jeder SPS-Serie werden in der folgenden Tabelle gezeigt.

SPS-Serie	Beschreibung	Positionier-anweisung	Zeitlicher Verlauf
FX1S FX1N FX3G FX3U FX3UC	**JOG-Betrieb** In Abhängigkeit von der Logik und dem Zeitverlauf des Steuersignals bewegt sich der Motor in eine festgelegte Richtung. (Es gibt keine Zielposition.)	DRVI	Geschwindigkeit, JOG-Geschwindigkeit, Start, Stopp, JOG-Startsignal, Start, Stopp, 411020da.eps

Tab. 4-2: *Positionieranweisungen der SPS der FX-Familie (1)*



SPS-Serie	Beschreibung	Positionier-anweisung	Zeitlicher Verlauf
FX1S FX1N FX3G FX3U FX3UC	**Positionierung mit einer Geschwindigkeit** Mit dem Startsignal beschleunigt der Motor und das Werkstück verfährt mit konstanter Geschwindigkeit zur Zielposition.	DRVI DRVA	411030da.eps
FX1S FX1N FX3G FX3U FX3UC	**Nullpunktfahrt (Referenzpunktfahrt)** Die Werkstück verfährt mit konstanter Geschwindigkeit, bis der Näherungsschalter aktiviert wird und wechselt auf Kriechgeschwindigkeit. Am Nullpunkt schaltet das Löschsignal ein.	ZRN	411040da.eps
FX1S FX1N FX3G FX3U FX3UC	**Betrieb mit variabler Geschwindigkeit** Der Motor startet mit festgelegter Geschwindigkeit. Diese kann über Kommandos der SPS beim Verfahren geändert werden. (Bei der FX1S- und FX1N-Serie wird die Geschwindigkeitsänderung über die RAMP-Anweisung ausgeführt.)	PLSV (RAMP)	411050da.eps
FX3U FX3UC	**Positionierung durch Interrupt bei einer Geschwindigkeit** Bei Einschalten des Interrupt-Eingangs verfährt das Werkstück eine feste Strecke mit konstanter Geschwindigkeit und verzögert bis zum Abstoppen.	DVIT	411060da.eps
FX3G FX3U FX3UC	**Referenzpunktfahrt mit Näherungsschalter** Die Maschine verfährt, wie bei der Nullpunktfahrt, mit dem Zusatz, dass der Näherungsschalter gesucht werden kann.	DSZR	411070da.eps
FX3G FX3U FX3UC	**Tabellenfunktionen** Zur Vereinfachung der Programmierung werden die Daten für Position und Geschwindigkeit in eine Tabelle eingetragen. Das betrifft die Anweisungen DRVI, DRVA, DVIT und PLSV.	DTBL	411080da.eps

Tab. 4-2: *Positionieranweisungen der SPS der FX-Familie (2)*

① Näherungsschalter (DOG)

4.1.2 Wichtige Speicherbereiche

Bei den SPS der MELSEC FX-Familie stehen für die Positionierung per Programm bestimmte Sondermerker und Sonderregister zur Verfügung, womit ein Systembetrieb erst möglich wird. Diese Operanden dienen dazu, Steuerparameter zu definieren, Systemzustände anzuzeigen und (Zwischen-) Ergebnisse abzulegen. Die Belegung eines Operanden (Merker, Register) kann 1 Bit, 16 Bit oder 32 Bit betragen. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Funktionen der wichtigsten Adressen und ihre Anwendung im Programm. Verwenden Sie diese Tabelle auch als Referenz zur Erläuterung der später folgenden Beispielprogramme. Weitergehende Informationen zu den Speicheradressen entnehmen Sie bitte den Bedienungsanleitungen der entsprechenden Positioniermodule und des verwendeten SPS-Grundgeräts.

Funktion	Merker/ Register	Länge	Beschreibung	Verwendbare SPS
RUN-Status	M8000	1 Bit	In der Betriebsart „RUN" der SPS ist der Signalzustand dieses Merkers immer „1".	FX1S, FX1N, FX3G, FX3U(C)
Initialisierungsimpuls	M8002	1 Bit	Nach dem Einschalten der Betriebsart „RUN" ist dieser Merker für die Dauer eines Programmzyklus „1".	FX1S, FX1N, FX3G, FX3U(C)
Ausführung der Anweisung beendet	M8029	1 Bit	Der Merker wird unmittelbar nach einer Anweisung abgefragt und hat den Zustand „1", wenn die Ausführung der Anweisung komplett abgeschlossen ist. M8029 wird zurückgesetzt, wenn die Eingangsbedingung der Anweisung ausgeschaltet wird.	FX1S, FX1N, FX3G, FX3U(C)
Freigabe des Löschsignals CLEAR	M8140	1 Bit	Ist der Merker gesetzt, wird das Löschsignal CLEAR an den Servoverstärker ausgegeben.	FX1S, FX1N
Impulsausgabe stoppen	M8145	1 Bit	Die Ausgabe der Impulse am Ausgang Y000 wird unverzüglich gestoppt.	FX1S, FX1N, FX3G
	M8349			FX3U(C), FX3G
Überwachung der Impulsausgabe	M8147	1 Bit	AUS: Ausgang Y000 ist bereit EIN: Impulsausgabe an Y000 ist aktiv	FX1S, FX1N, FX3G
	M8340			FX3U(C), FX3G
Fehler bei Anweisungsausführung	M8329	1 Bit	Der Merker wird unmittelbar nach einer Positionieranweisung abgefragt. Der Merker schaltet ein, wenn die vorhergehende Anweisung nicht fehlerfrei beendet wurde. M8029 wird zurückgesetzt, wenn die Eingangsbedingung der Anweisung ausgeschaltet wird.	FX3G, FX3U(C)
Freigabe des Ausgangs für Löschsignal CLEAR	M8341	1 Bit	Freigabe des Ausgangs für das Signal zum Löschen von Y000	FX3G, FX3U(C)
(Y000) Drehrichtung der Nullpunktfahrt	M8342	1 Bit	AUS: Linkslauf EIN: Rechtslauf	
Begrenzung des Rechtslaufs	M8343	1 Bit	Wenn dieser Merker den Zustand „1" hat, werden an Y000 keine Rechtslaufimpulse ausgegeben	
Begrenzung des Linkslaufs	M8344	1 Bit	Wenn dieser Merker den Zustand „1" hat, werden an Y000 keine Linkslaufimpulse ausgegeben.	
(Y000) Positionieranweisung aktiv	M8348	1 Bit	AUS: Positionieranweisung nicht aktiv EIN: Positionieranweisung aktiv	
Freigabe der Ausgangsänderung für das Löschsignal CLEAR	M8464	1 Bit	Freigabe zum Ändern des Ausgangs für das Löschsignals an Y000.	
Minimale Geschwindigkeit [Hz]	D8145	16 Bit	Einstellung der minimalen Geschwindigkeit für Y000	FX1S, FX1N
	D8342			FX3G, FX3U(C)
Maximale Geschwindigkeit [Hz]	D8146	32 Bit	Einstellung der maximalen Geschwindigkeit für Positionieranweisungen an Y000	FX1S, FX1N
	D8343			FX3G, FX3U(C)

Tab. 4-3: *Sondermerker und -register der SPS-Serien FX1S, FX1N, FX3G und FX3U(C)*

Funktion	Merker/ Register	Länge	Beschreibung	Verwendbare SPS
Beschleunigungs-/Verzögerungszeit [ms]	D8148	16 Bit	Einstellung der Beschleunigungs- und Verzögerungszeit	FX1S, FX1N
Beschleunigungszeit [ms]	D8348	16 Bit	Einstellung der Beschleunigungszeit an Y000	FX3G, FX3U(C)
Verzögerungszeit [ms]	D8349	16 Bit	Einstellung der Verzögerungszeit an Y000	
Ausgang für das Löschsignal CLEAR	D8464	16 Bit	Stellt den Ausgang des Löschsignals für Y000 ein	

Tab. 4-3: *Sondermerker und -register der SPS-Serien FX1S, FX1N, FX3G und FX3U(C)*

4.1.3 Beispielprogramme

Zum Einstieg in die SPS-Programmierung sind nachfolgend zwei Beispiele aufgeführt.

Beispiel für die SPS-Serien FX1S, FX1N, FX3G und FX3U(C)

Das erste Beispiel behandelt Nullpunktfahrt und absolute Positionierung mit einer Achse. Da sich die Sondermerker- und register für die Positionierung bei den einzelnen SPS-Serien zum Teil unterscheiden, handelt es sich bei dem folgenden Programm um ein gemischtes Programm. Die für die jeweilige SPS-Serie relevanten Programmteile sind entsprechend markiert.

HINWEIS Zum Verständnis der Programme werden allgemeine Kenntnisse von Kontaktplanprogrammierung und -symbolen sowie logischer Verknüpfung vorausgesetzt.

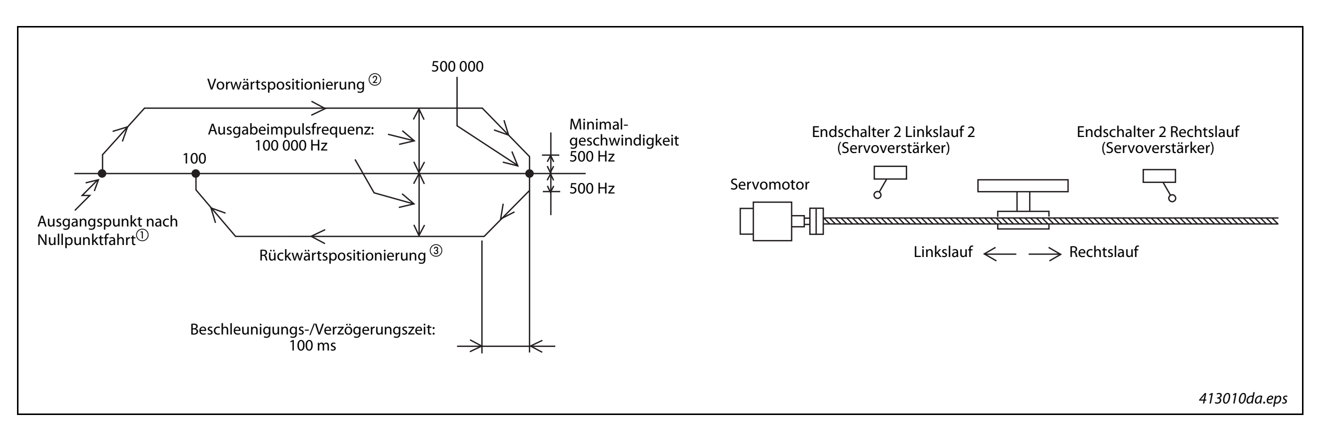


Abb. 4-2: *Systemkonfiguration für das Programmbeispiel*

① Siehe Kennzeichnung ⓱ im Kontaktplan in Abb. 4-3 (3).

② Siehe Kennzeichnung ⓲ im Kontaktplan in Abb. 4-3 (3).

③ Siehe Kennzeichnung ⓳ im Kontaktplan in Abb. 4-3 (4).

Eingänge		Ausgänge	
X000	Signal zum unverzüglichen Stoppen	Y000	Ausgabe des Impulskettensignals
X001	Startsignal zur Nullpunktfahrt	Y002	Löschsignal CLEAR
X002	Startsignal zur Positionierung mit Rechtslauf	Y004	Signal für die Drehrichtung
X003	Startsignal zur Positionierung mit Linkslauf	Y010	Löschsignal CLEAR
X004	Stoppsignal	—	—
X005	Näherungsschalter (DOG)	—	—
X006	Signal Servoverstärker bereit	—	—

Tab. 4-4: *Verwendete Ein- und Ausgänge*

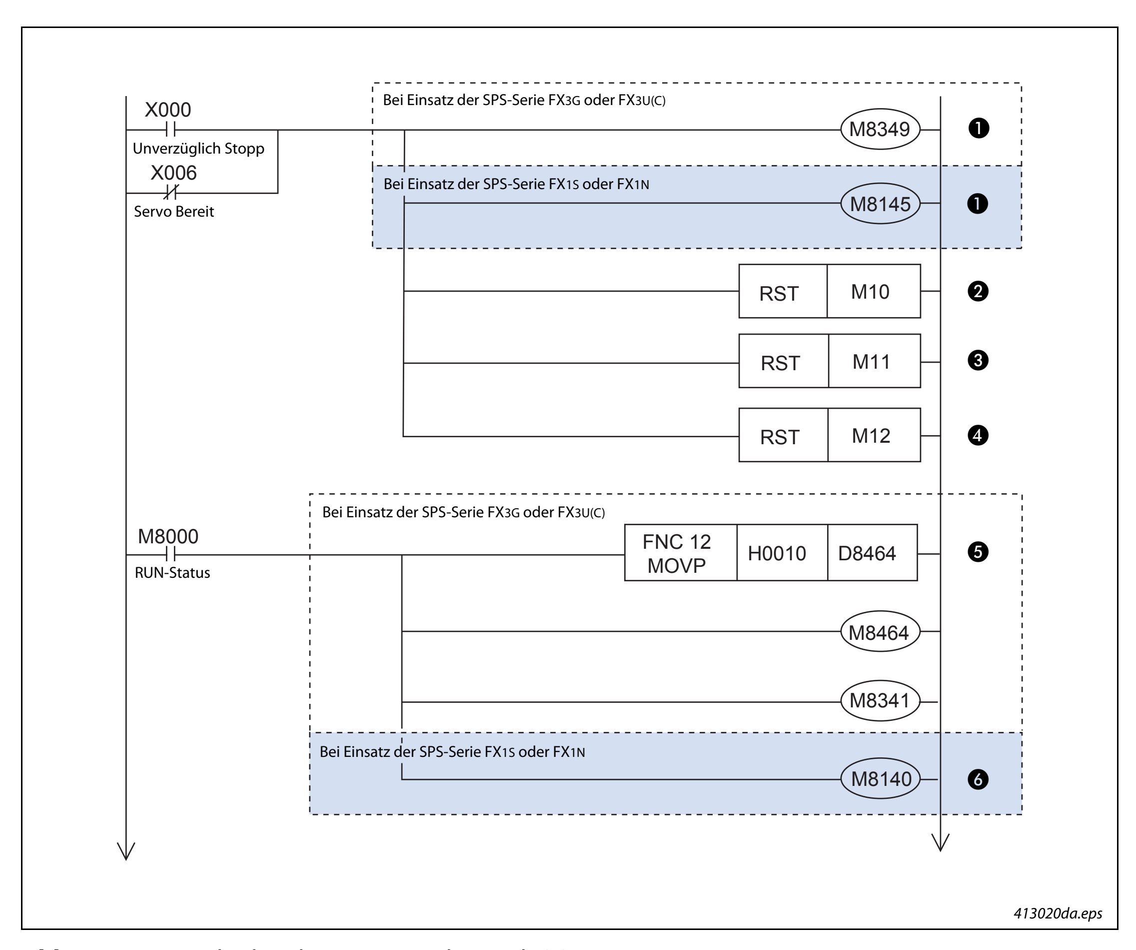


Abb. 4-3: *Kontaktplan des Programmbeispiels (1)*

Nummer	Beschreibung
❶	Bei einem Signal am Eingang X000 oder fehlendem Signal an Eingang X006 wird die Impulsausgabe an Y000 unverzüglich gestoppt.
❷	Rücksetzen des Merkers „Nullpunktfahrt beendet".
❸	Rücksetzen des Merkers „Positionierung bei Rechtslauf beendet"
❹	Rücksetzen des Merkers „Positionierung bei Linkslauf beendet"
❺	Freigabe der Nullpunktfahrt durch die Ausgabe des Löschsignals (CLEAR-Signal an Ausgang Y010)
❻	Nullpunktfahrt wird durch Ausgabe des Löschsignals CLEAR am Ausgang Y002 ausgeführt

Tab. 4-5: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-3 (1)*

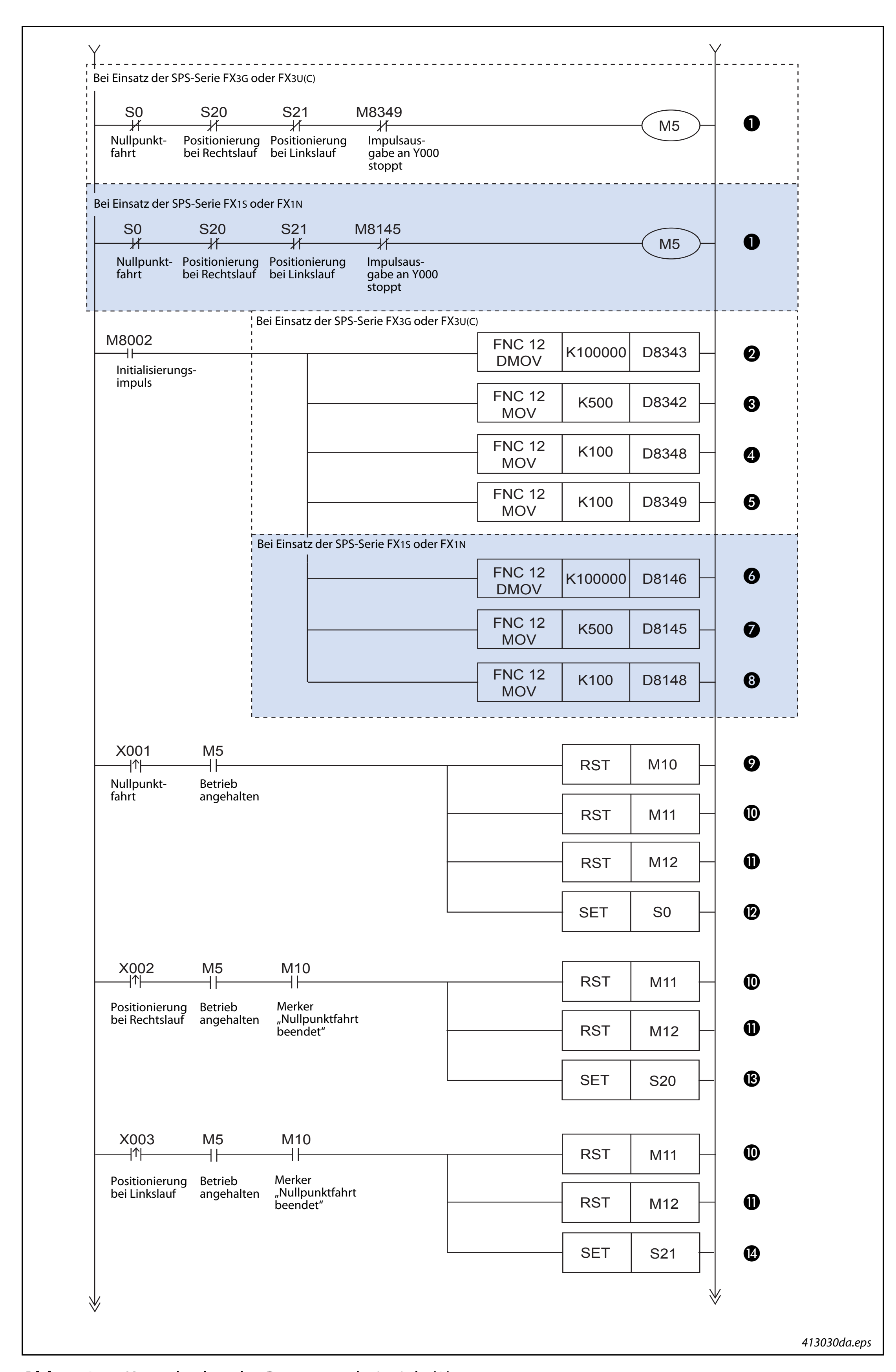


Abb. 4-3: *Kontaktplan des Programmbeispiels (2)*

Nummer	Beschreibung
❶	Der Positionierbetrieb wurde angehalten.
❷	Die maximale Geschwindigkeit wird auf 100 kHz eingestellt (in D8344, D8343 wird 100000 geschrieben).
❸	Die Minimalgeschwindigkeit wird auf 500 Hz eingestellt (in D8342 wird 500 geschrieben).
❹	Die Beschleunigungszeit wird auf 100 ms eingestellt (in D8348 wird 100 geschrieben).
❺	Die Verzögerungszeit wird auf 100 ms eingestellt (in D8349 wird 100 geschrieben).
❻	Die maximale Geschwindigkeit wird auf 100 kHz eingestellt (in D8147, D8146 wird 100000 geschrieben).
❼	Die Minimalgeschwindigkeit wird auf 500 Hz eingestellt (in D8145 wird 500 geschrieben).
❽	Die Beschleunigungs-/Verzögerungszeit wird auf 100 ms eingestellt (in D8148 wird 100 geschrieben).
❾	Der Merker „Nullpunktfahrt beendet“ wird zurück gesetzt.
❿	Der Merker „Positionierung bei Rechtslauf“ wird zurück gesetzt.
⓫	Der Merker „Positionierung bei Linkslauf“ wird zurück gesetzt.
⓬	Der Status der Nullpunktfahrt wird eingelesen (S0).
⓭	Der Status der Positionierung bei Rechtslauf wird eingelesen (S20).
⓮	Der Status der Positionierung bei Linkslauf wird eingelesen (S21).

Tab. 4-5: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-3 (2)*

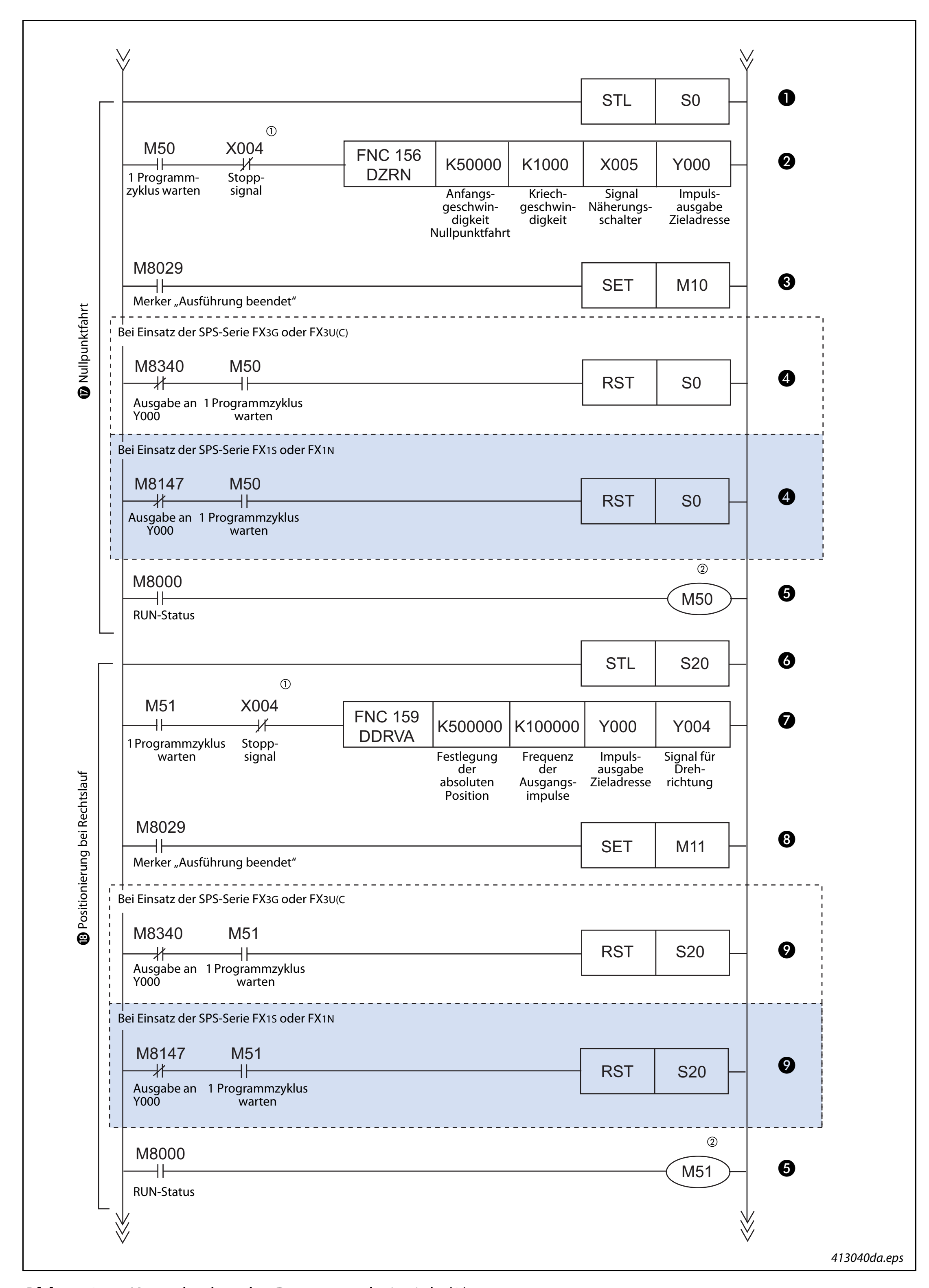


Abb. 4-3: *Kontaktplan des Programmbeispiels (3)*

① Um den Positioniervorgang anzuhalten sollten Sie sicher stellen, dass der Kontakt zum Stoppen vor der Positionieranweisung eingefügt wird, damit die Anweisung STL nicht zurück gesetzt (ausgeschaltet) wird, bevor der Merker „Überwachung Impulsausgabe“ (M8340 oder M8147 für Y000) abschaltet.

② Die Verzögerungszeit von einem Programmzyklus verhindert eine gleichzeitige Aktivierung von Positionieranweisungen.

Nummer	Beschreibung
❶	Nullpunktfahrt
❷	Anweisung für die Nullpunktfahrt DZRN (Löschsignal CLEAR: Y010 (FX_{3G}, $FX_{3U(C)}$), Y002 (FX_{1S}, FX_{1N})
❸	Merker „Nullpunktfahrt beendet“
❹	Ende der Nullpunktfahrt (Selbstrücksetzung)
❺	Wartezeit 1 Programmzyklus
❻	Positionierung bei Rechtslauf
❼	Mit der Anweisung DDRVA „Verfahren zu absoluter Position“ wird auf die absolute Position 500 000 verfahren (Y004 = EIN).
❽	Der Merker „Positionierung bei Rechtslauf beendet“ wird aktiviert.
❾	Die Positionierung bei Rechtslauf wird beendet (Selbstrücksetzung).

Tab. 4-5: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-3 (3)*

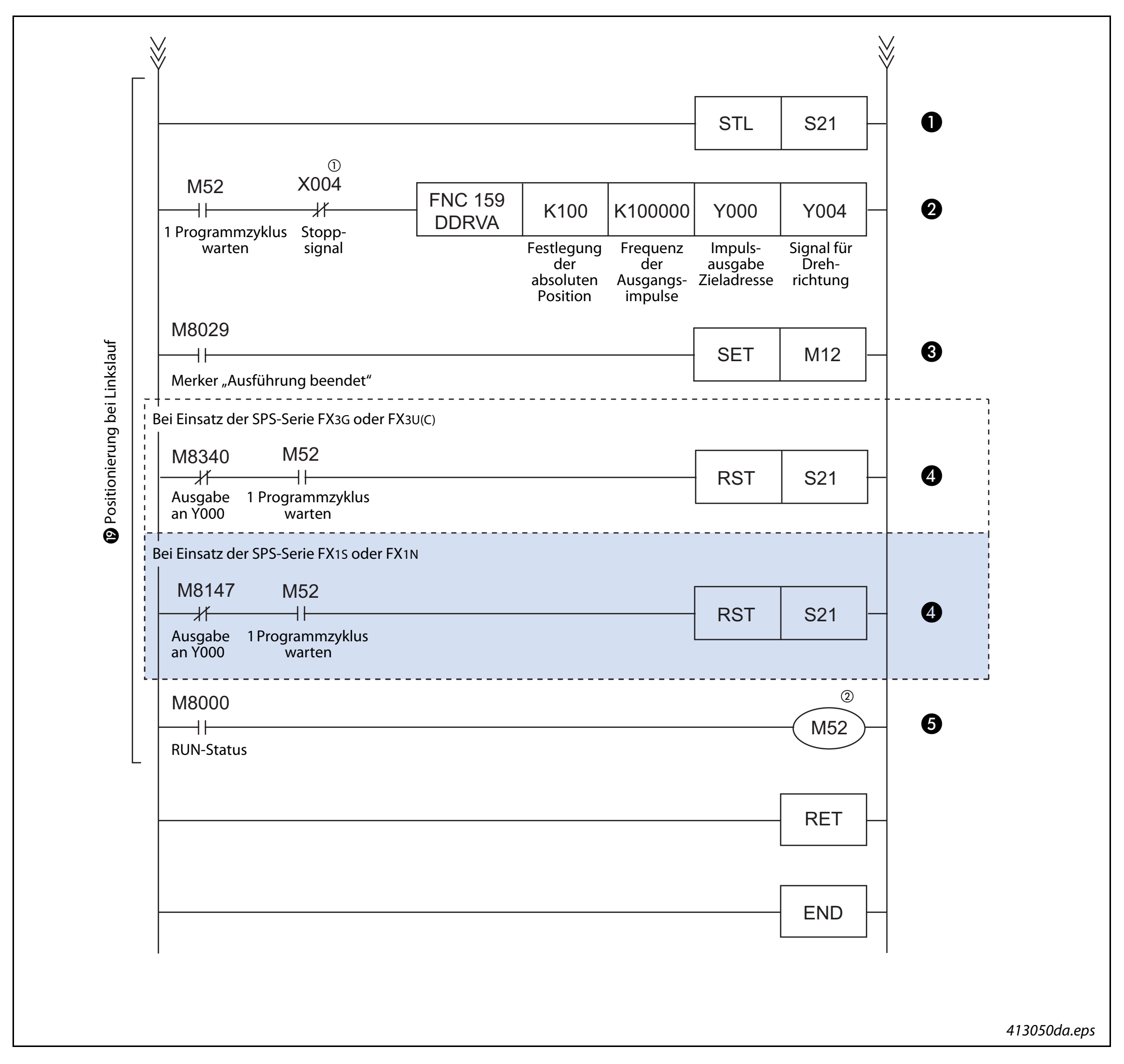


Abb. 4-3: *Kontaktplan des Programmbeispiels (4)*

① Um den Positioniervorgang anzuhalten sollten Sie sicher stellen, dass der Kontakt zum Stoppen vor der Positionieranweisung eingefügt wird, damit die Anweisung STL nicht zurück gesetzt (ausgeschaltet) wird, bevor der Merker „Überwachung Impulsausgabe“ (M8340 oder M8147 für Y000) abschaltet.

② Die Verzögerungszeit von einem Programmzyklus verhindert eine gleichzeitige Aktivierung von Positionieranweisungen.

Nummer	Beschreibung
❶	Positionierung bei Linkslauf
❷	Mit der Anweisung DDRVA „Verfahren zu absoluter Position“ wird auf die absolute Position 100 verfahren (Y004 = AUS).
❸	Der Merker „Positionierung bei Linkslauf beendet“ wird aktiviert.
❹	Die Positionierung bei Linkslauf wird beendet (Selbstrücksetzung).
❺	Wartezeit 1 Programmzyklus

Tab. 4-5: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-3 (4)*

Beispielprogramm für ein SPS-Grundgerät der FX3G- oder FX3U(C)-Serie

Das folgende Programm stimmt mit dem vorhergehenden mit der Ausnahme überein, dass es nur in Kontaktplanlogik programmiert wurde und keiner besonderen Abfolge von Kontaktzuständen folgt. Zusätzliche Programmteile unterstützen das relative Verfahren mit JOG(+)- und JOG(–)-Signalen, die Suche eines Näherungsschalters (DOG) und den Einsatz der Tabellenfunktion (DTBL-Anweisung).

Bei Einsatz einer FX3G-, FX3U- oder FX3UC-SPS kann die Suche nach einem Näherungsschalter (DOG) mit Endschaltern programmiert werden, die wie folgt abgeordnet sind.

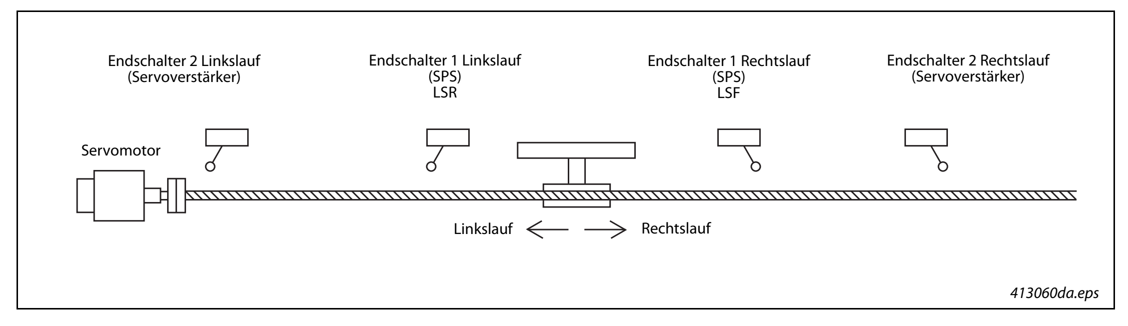


Abb. 4-4: *Systemkonfiguration für das Programmbeispiel*

Die Positionieranweisung DTBL vereinfacht die Programmierung und wird zu Beginn (zusammen mit Positionierparameter, wie Minimalgeschwindigkeit, Beschleunigung/Verzögerung, usw.) mit der Programmier-Software GX Developer, GX IEC Developer oder GX Works2 eingestellt.

In diesem Beispiel kann die Positionierung entlang des in Abb. 4-5 dargestellten Pfades willkürlich erfolgen.

Mit den JOG-Signalen kann das Werkstück zu irgendeiner relativen Position verfahren werden. Dieser Pfad ist in der folgenden Abbildung nicht dargestellt.

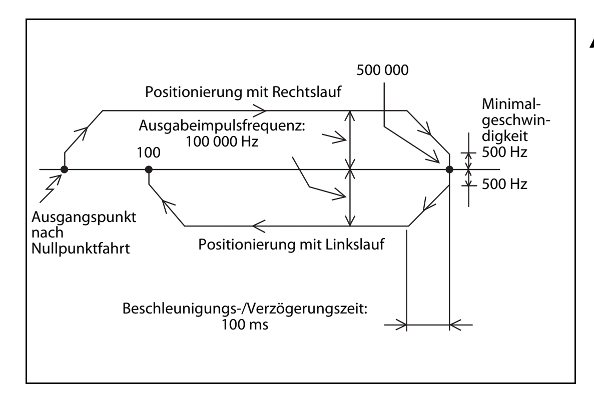


Abb. 4-5: *Zeitlicher Verlauf*

413070da.eps

Hard- und Software-Anforderungen:

- SPS-Grundgerät der FX3G-Serie ab Version 1.00

  oder

- SPS-Grundgerät der FX3U- oder FX3UC-Serie ab Version 2.20
- GX Developer ab Version 8.23Z

  oder

- GX IEC Developer

  oder

- GX Works2

Die Parameter für die Positionieranweisung DTBL werden beispielsweise in der Programmier-Software GX Developer wie folgt eingestellt.

① Öffnen Sie im Projekt-Navigator das Verzeichnis ***Parameter***. Klicken Sie dann doppelt auf ***SPS-Parameter***.

Sollte das Fenster des Projekt-Navigators nicht geöffnet sein, wählen Sie im Hauptmenü ***Ansicht*** und aktivieren Sie den Unterpunkt ***Projekt-Navigator***.

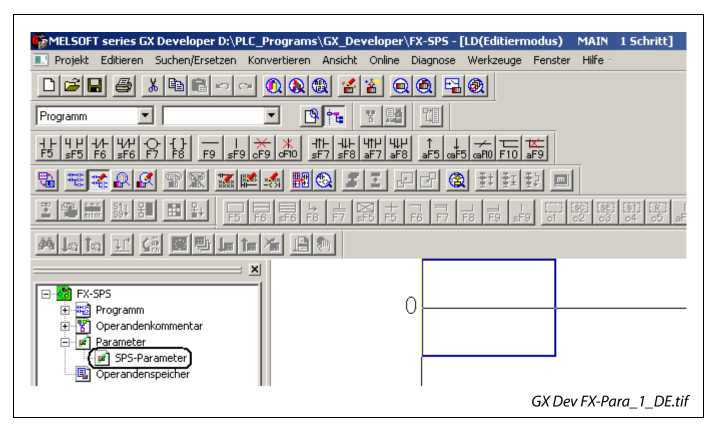


Abb. 4-6: *Auswahl der SPS-Parameter*

② Klicken Sie auf die Registerkarte ***Speicherkapazität*** und aktivieren Sie den Punkt ***Positionierungs-Anweisungseinstellungen (18 Blöcke)***.

Beachten Sie, dass zur Einstellung der Positionierdaten 9000 Schritte notwendig sind. Stellen Sie daher die ***Speicherkapazität*** auf mindestens 16000 Schritte ein.

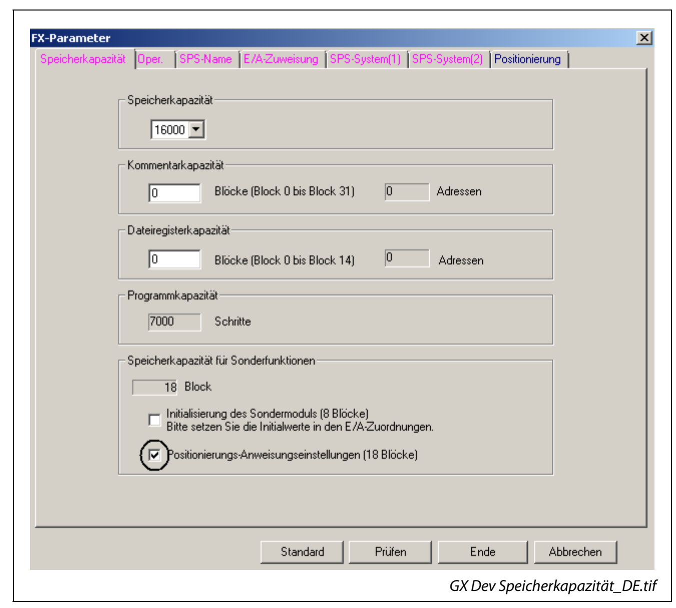
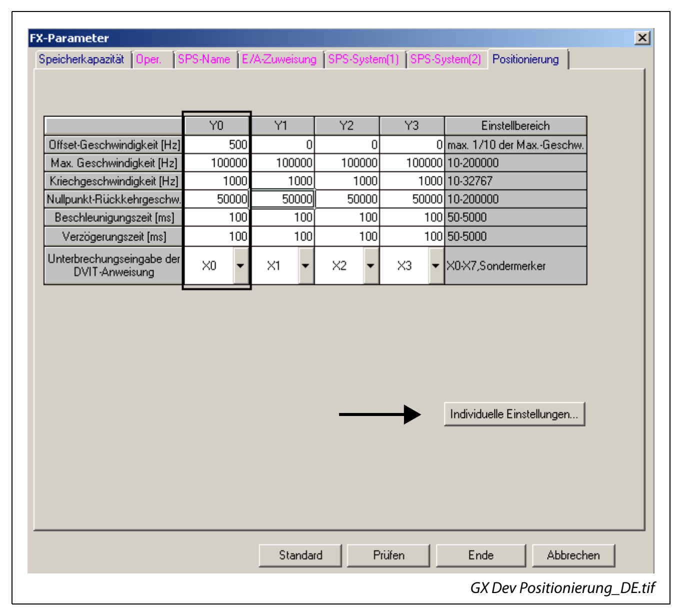


Abb. 4-7: *Registerkarte „Speicherkapazität"*

③ Klicken Sie auf die Registerkarte ***Positionierung*** und stellen Sie für Y000 als Ausgang für die Impulsausgabe die folgenden Werte ein.



GX Dev Positionierung_DE.tif

Abb. 4-8: *Registerkarte „Positionierung“*

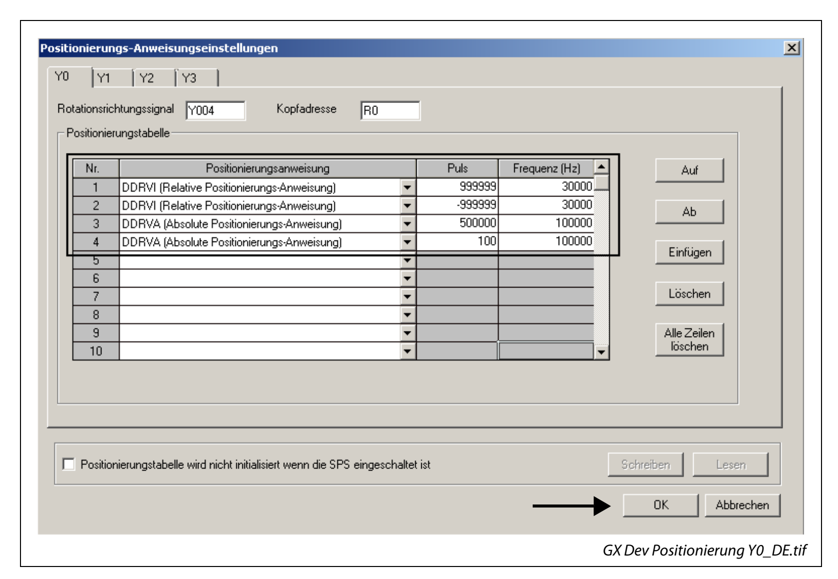
Einstellung	Einstellwert
Offset-Geschwindigkeit [Hz]①	500
Maximale Geschwindigkeit [Hz]	100 000
Kriechgeschwindigkeit [Hz]	1 000
Nullpunkt-Rückkehrgeschwindigkeit [Hz]	50 000
Beschleunigungszeit [ms]	100
Verzögerungszeit [ms]	100
Unterbrechungseingabe der DVIT-Anweisung②	X000

Tab. 4-9: *Einstellungen für Y000*

① Die Einstellung „Offset-Geschwindigkeit“ entspricht der bisher erwähnten Minimalgeschwindigkeit.

② Kann nur bei einem SPS-Grundgerät der FX3U- oder FX3UC-Serie eingestellt werden.

④ Betätigen Sie die Schaltfläche ***Individuelle Einstellungen...*** Es öffnet sich das Dialogfenster ***Positionierungs-Anweisungseinstellungen***. Klicken Sie auf die Registerkarte ***Y0***, um die Positioniertabelle für den Impulsausgang Y000 anzuzeigen. Stellen Sie die Daten in der Tabelle wie folgt ein.



GX Dev Positionierung Y0_DE.tif

Abb. 4-10: *Einstellfenster „Positionierungs-Anweisungseinstellungen" Y0*

Vergessen Sie nicht, das ***Rotationsrichtungssignal*** auf den Ausgang „Y004" einzustellen.

Einstellung		Einstellwert
Rotationsrichtungssignal		Y004
Kopfadresse		R0
Nr. 1	Positionierungsart	DDRVI (Relative Positionierungs-Anweisung)
	Anzahl Impulse	999 999
	Frequenz [Hz]	30 000
Nr. 2	Positionierungsart	DDRVI (Relative Positionierungs-Anweisung)
	Anzahl Impulse	-999 999
	Frequenz [Hz]	30 000
Nr. 3	Positionierungsart	DDRVA (Absolute Positionierungs-Anweisung)
	Anzahl Impulse	500 000
	Frequenz [Hz]	100 000
Nr. 4	Positionierungsart	DDRVA (Absolute Positionierungs-Anweisung)
	Anzahl Impulse	100
	Frequenz [Hz]	100 000

Tab. 4-11: *Einstellungen der Positionierungsanweisungen*

⑤ Um die Einstellung der Parameter zu beenden, betätigen Sie die Schaltfläche ***OK*** und danach im Menü ***FX-Parameter*** die Schaltfläche ***Ende***.

⑥ Erstellen Sie ein Kontaktplan-Programm wie in Abb. 4-14 gezeigt.

⑦ Nach der Programmierung wählen Sie im Hauptmenü ***Online*** den Unterpunkt ***In SPS schreiben...***.

Abb. 4-12: *Dialogfenster „In SPS schreiben".*

⑧ Betätigen Sie die Schaltfläche ***Param + Prog*** und dann ***Ausführen***. Die Parametereinstellungen und das Programm werden in die SPS übertragen. Zur Aktivierung der übertragenen Parameter muss die SPS gestoppt und wieder neu gestartet werden.

Eingänge		Ausgänge	
X004	Nullpunktsignal	Y000	Ausgabe Impulskettensignals
X010	Näherungsschalter (DOG)	Y004	Signal für die Drehrichtung
X014	Signal Servoverstärker bereit	Y020	Löschsignal CLEAR
X020	Signal zum unverzüglichen Stoppen	—	—
X021	Startsignal zur Nullpunktfahrt	—	—
X022	JOG(+)-Startsignal	—	—
X023	JOG(–)-Startsignal	—	—
X024	Startsignal zur Positionierung mit Rechtslauf	—	—
X025	Startsignal zur Positionierung mit Linkslauf	—	—
X026	Endschalter Rechtslauf (LSF)	—	—
X027	Endschalter Linkslauf (LSR)	—	—
X030	Stoppsignal	—	—

Tab. 4-13: *Verwendete Ein- und Ausgänge*

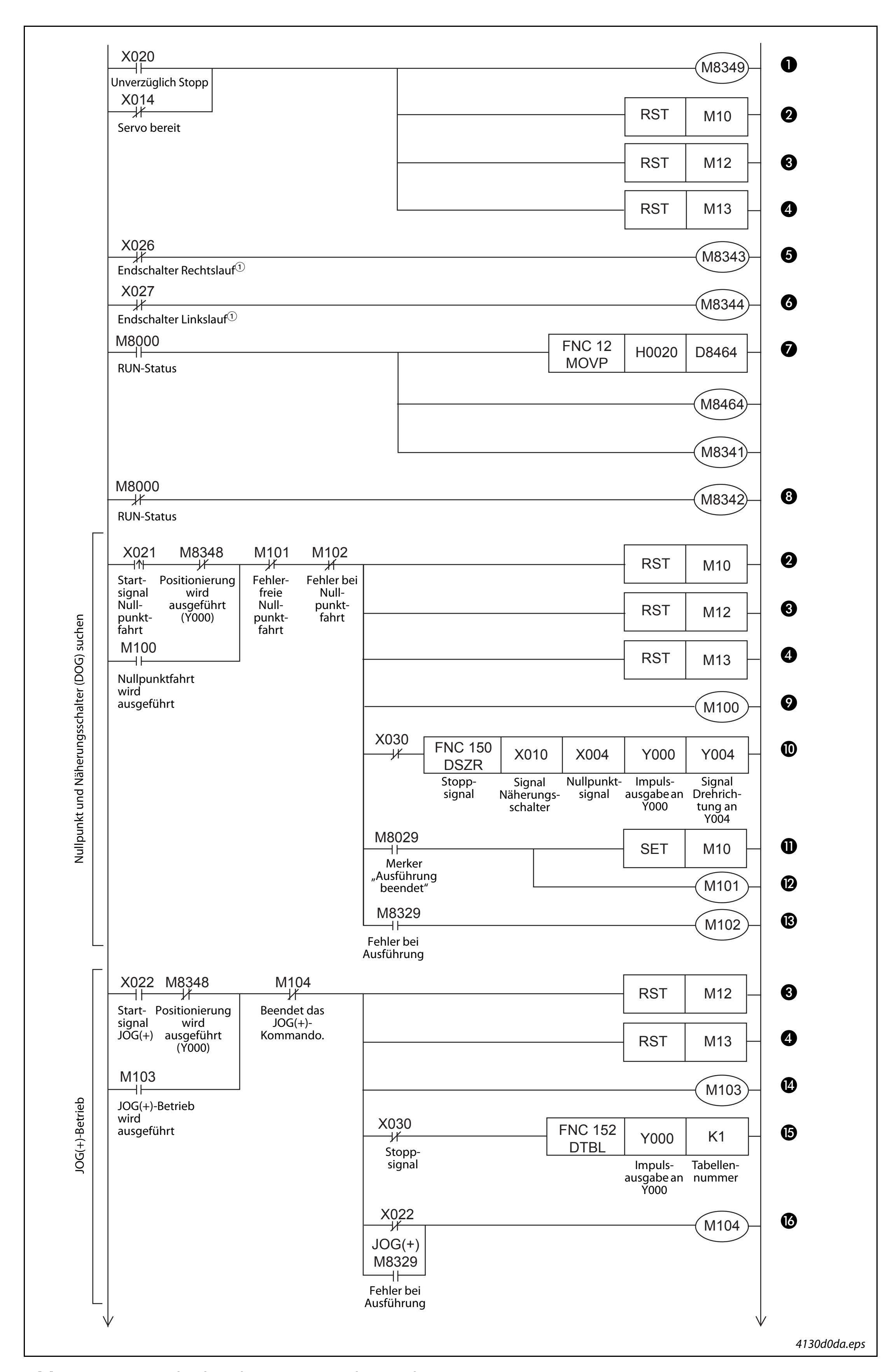


Abb. 4-14: *Kontaktplan des Programmbeispiels (1)*

Nummer	Beschreibung
❶	Bei einem Signal am Eingang X020 oder fehlendem Signal an Eingang X014 wird die Impulsausgabe an Y000 unverzüglich gestoppt.
❷	Rücksetzen des Merkers „Nullpunktfahrt beendet“
❸	Rücksetzen des Merkers „Positionierung mit Rechtslauf beendet“
❹	Rücksetzen des Merkers „Positionierung mit Linkslauf beendet“.
❺	Abfrage des Endschalters für Rechtslauf (X026)
❻	Abfrage des Endschalters für Linkslauf (X027)
❼	Freigabe der Nullpunktfahrt durch Ausgabe des Löschsignals CLEAR am Ausgang Y020.
❽	Die Nullpunktfahrt wird bei Rechtslauf ausgeführt.
❾	Die Nullpunktfahrt wird ausgeführt.
❿	Anweisung zur Nullpunktfahrt mit Näherungsschalter (DSZR) (Löschsignal CLEAR am Ausgang Y020)
⓫	Setzen des Merkers „Nullpunktfahrt beendet“
⓬	Setzen des Merkers „Nullpunktfahrt fehlerfrei“
⓭	Setzen des Merkers „Fehler bei Nullpunktfahrt“
⓮	Der JOG(+)-Betrieb wird ausgeführt.
⓯	Mit der Anweisung DTBL wird die erste Zeilennr. der Positionierungstabelle für die Impulsausgabe am Ausgang Y000 ausgeführt.
⓰	Der JOG(+)-Betrieb wird beendet.

Tab. 4-6: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-14 (1)*

① Die Endschalter für Rechts- und Linkslauf müssen so verdrahtet sein, dass sie im Normalbetrieb eingeschaltet sind (Öffner).

Passiert das Werkstück einen Endschalter, schaltet dieser ab und der zugehörige Merker M8343 oder M8344 wird aktiviert. Daraufhin stoppt die Impulsausgabe an Y000 und der Motor bzw. das Werkstück hält an.

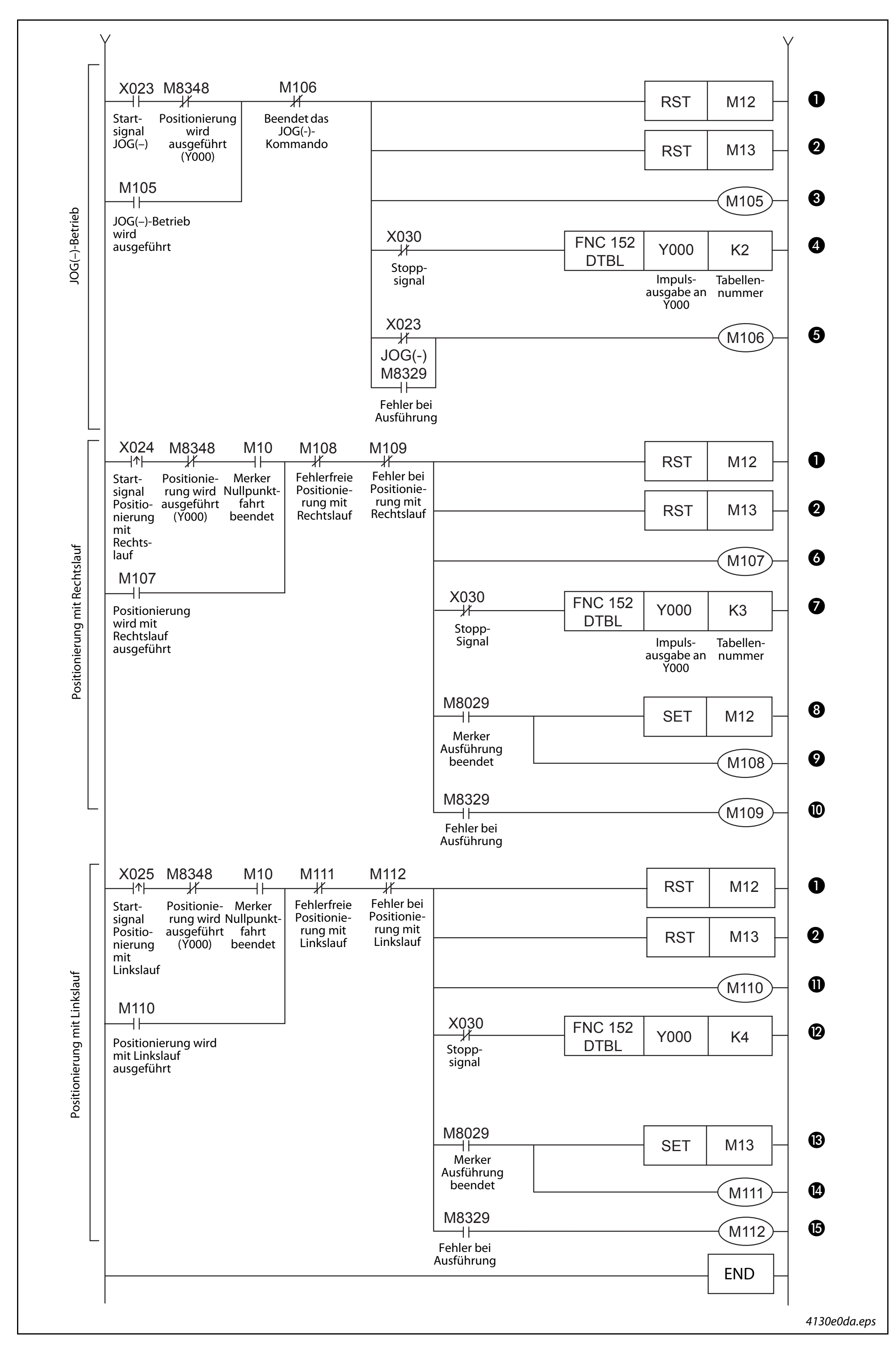


Abb. 4-14: *Kontaktplan des Programmbeispiels (2)*

Nummer	Beschreibung
❶	Rücksetzen des Merkers „Positionierung mit Rechtslauf beendet“
❷	Rücksetzen des Merkers „Positionierung mit Linkslauf beendet“
❸	Der JOG(–)-Betrieb wird ausgeführt.
❹	Mit der Anweisung DTBL wird die zweite Zeilennr. der Positionierungstabelle für die Impulsausgabe am Ausgang Y000 ausgeführt.
❺	Der JOG(+)-Betrieb wird beendet
❻	Die Positionierung mit Rechtslauf wird ausgeführt.
❼	Mit der Anweisung DTBL wird die dritte Zeilennr. der Positionierungstabelle für die Impulsausgabe am Ausgang Y000 ausgeführt.
❽	Setzen des Merkers „Positionierung mit Rechtslauf beendet“
❾	Setzen des Merkers „Positionierung mit Rechtslauf fehlerfrei“
❿	Setzen des Merkers „Fehler bei Positionierung mit Rechtslauf“
⓫	Die Positionierung mit Linkslauf wird ausgeführt.
⓬	Mit der Anweisung DTBL wird die vierte Zeilennr. der Positionierungstabelle für die Impulsausgabe am Ausgang Y000 ausgeführt.
⓭	Setzen des Merkers „Positionierung mit Linkslauf beendet“
⓮	Setzen des Merkers „Positionierung mit Linkslauf fehlerfrei“
⓯	Setzen des Merkers „Fehler bei Positionierung mit Linkslauf“

Tab. 4-6: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-14 (2)*

4.2 Steuerung mit Frequenzumrichtern

Ein Frequenzumrichter wird zwischen Netz und Motor geschaltet. Er wandelt eine feste Wechselspannung mit konstanter Frequenz in eine variable Wechselspannung mit variabler Frequenz. Dadurch kann die Drehzahl eines Asynchronmotors stufenlos verändert werden.

In der Industrie werden Frequenzumrichter oft eingesetzt, um effektiv über eine Spannung große Ströme zu steuern. Einsatzbereiche sind beispielsweise der Antrieb von großen Ventilatoren, Pumpen und Drehstrommotoren. Die Antriebssteuerung mit Frequenzumrichtern trägt dazu bei, den Energieverbrauch einer Fabrik in hohem Maße zu verringern.

Die Frequenzumrichter für allgemeine Anwendungen von MITSUBISHI sind zusammen mit einer SPS der Serie FX2N(C), FX3G oder FX3U(C) in der Lage einen Motor so zu steuern, dass er mit einer bestimmten Drehzahl läuft. Durch Überwachungsfunktionen oder durch den Einsatz von Endschaltern kann hiermit ein Positioniersystem mit einer Grundfunktionalität aufgebaut werden. Allerdings sind die in Kapitel 1, Abschnitt 1.3 beschriebenen Nachteile der Positionierung mit Frequenzumrichtern zu beachten. Grundsätzlich sind Frequenzumrichter nicht für Positionieraufgaben gedacht.

Weitergehende Informationen zur Positionierung mit Frequenzumrichtern finden Sie in:

- MELSEC FX-Familie Kommunikationshandbuch – Art.-Nr. 137315
- Bedienungsanleitungen der Frequenzumrichter

Es wird vorausgesetzt, dass Sie die oben aufgeführten Handbücher gelesen und verstanden haben oder darauf zugreifen können.

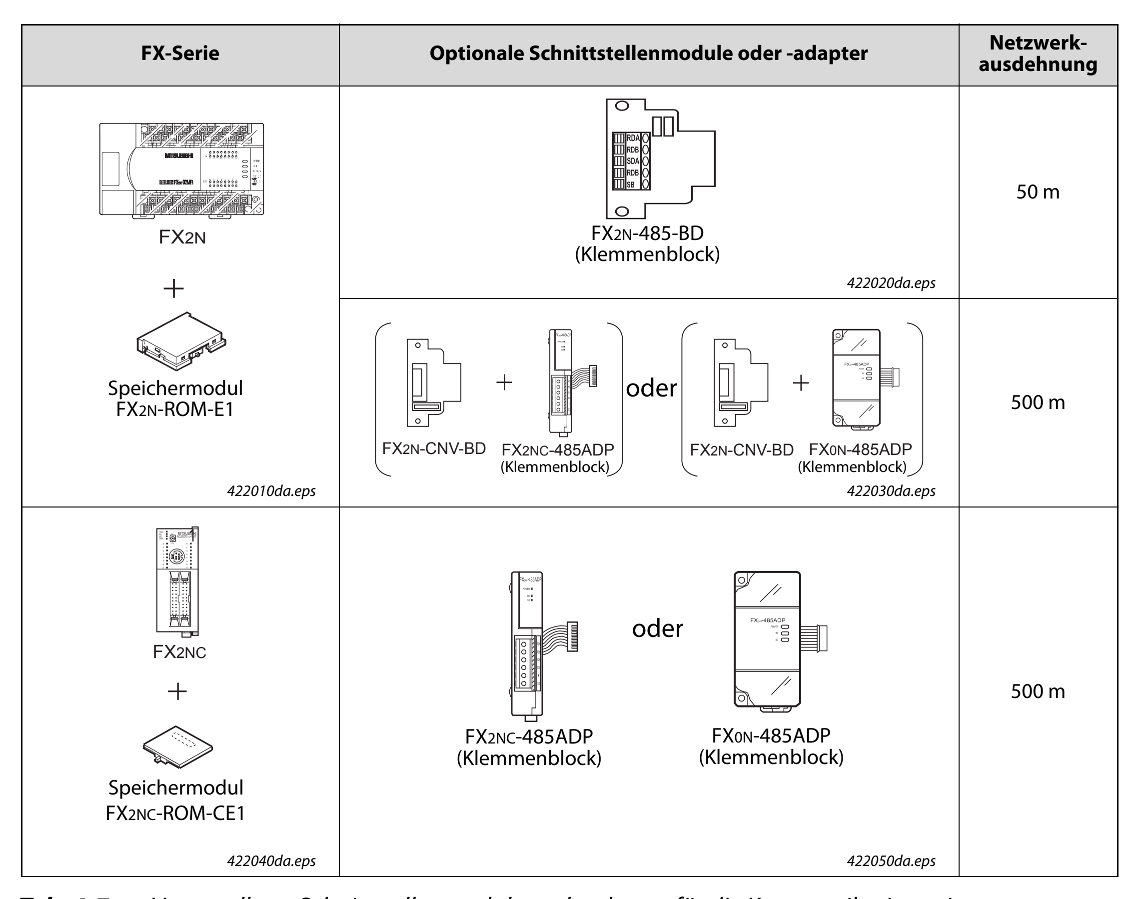
4.2.1 Prinzip der Steuerung

Zwischen der SPS und dem Frequenzumrichter findet ein ständiger Datenaustausch in beide Richtungen statt, bei dem Parameter und Steuerdaten übertragen werden. Der Frequenzumrichter benötigt für den Einsatz als Antrieb mit veränderlicher Drehzahl ein Startsignal und Frequenzkommandos.

Der Datenaustausch der MITSUBISHI-Frequenzumrichter mit den SPS-Serien FX2N(C), FX3G und FX3U(C) findet asynchron über das Frequenzumrichterprotokoll von MITSUBISHI statt.

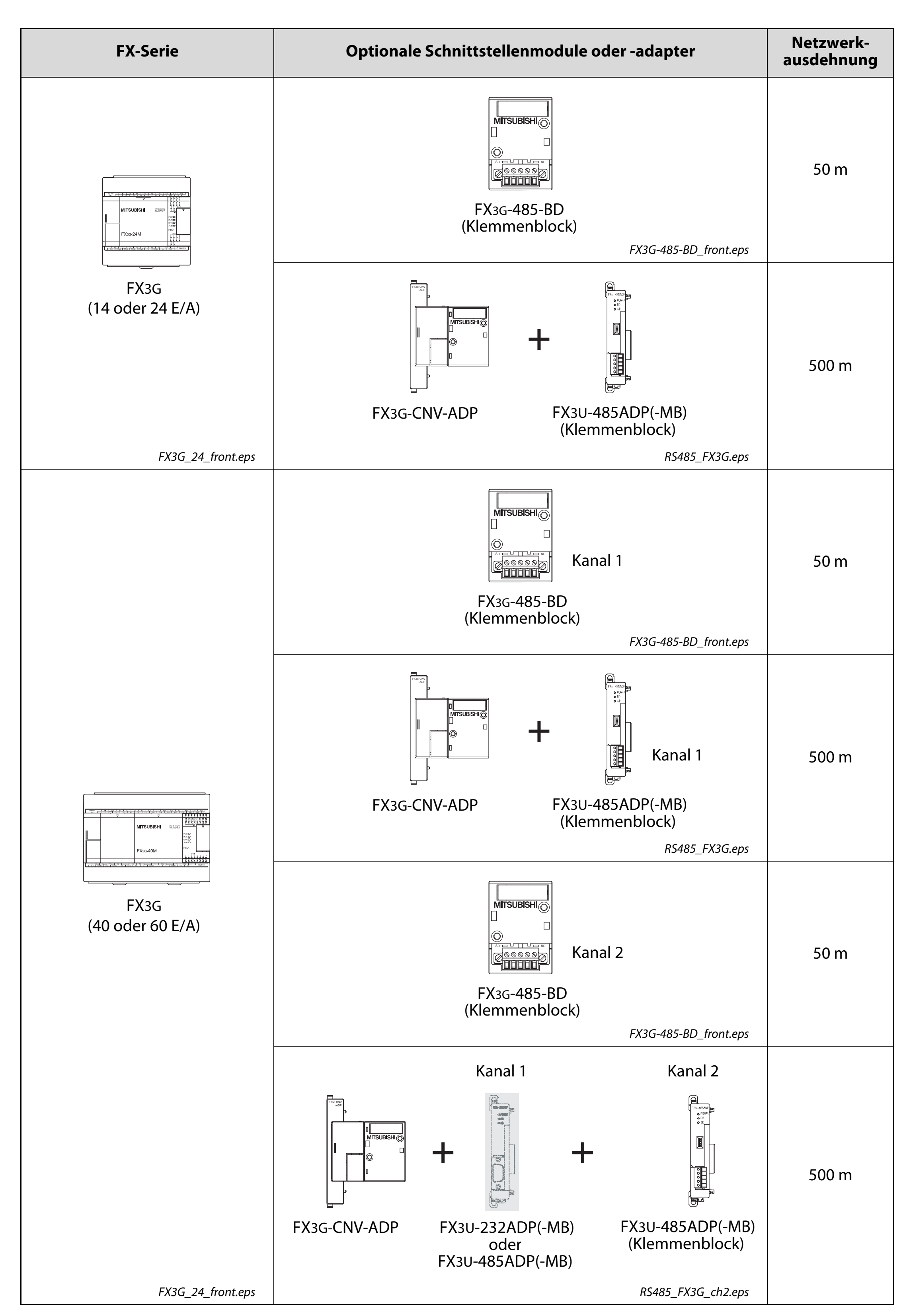
4.2.2 Kommunikation der Serien FX2N(C),FX3G und FX3U(C) mit Frequenzumrichtern

Eine serielle Kommunikation über die RS485-Schnittstelle mit einem MITSUBISHI-Frequenzumrichter ist nur möglich, wenn an das SPS-Grundgerät der Serie FX2N(C), FX3G oder FX3U(C) bestimmte Schnittstellenmodule und -adapter angeschlossen werden. Die folgende Tabelle zeigt die Anschlussmöglichkeiten für die serielle Kommunikation.



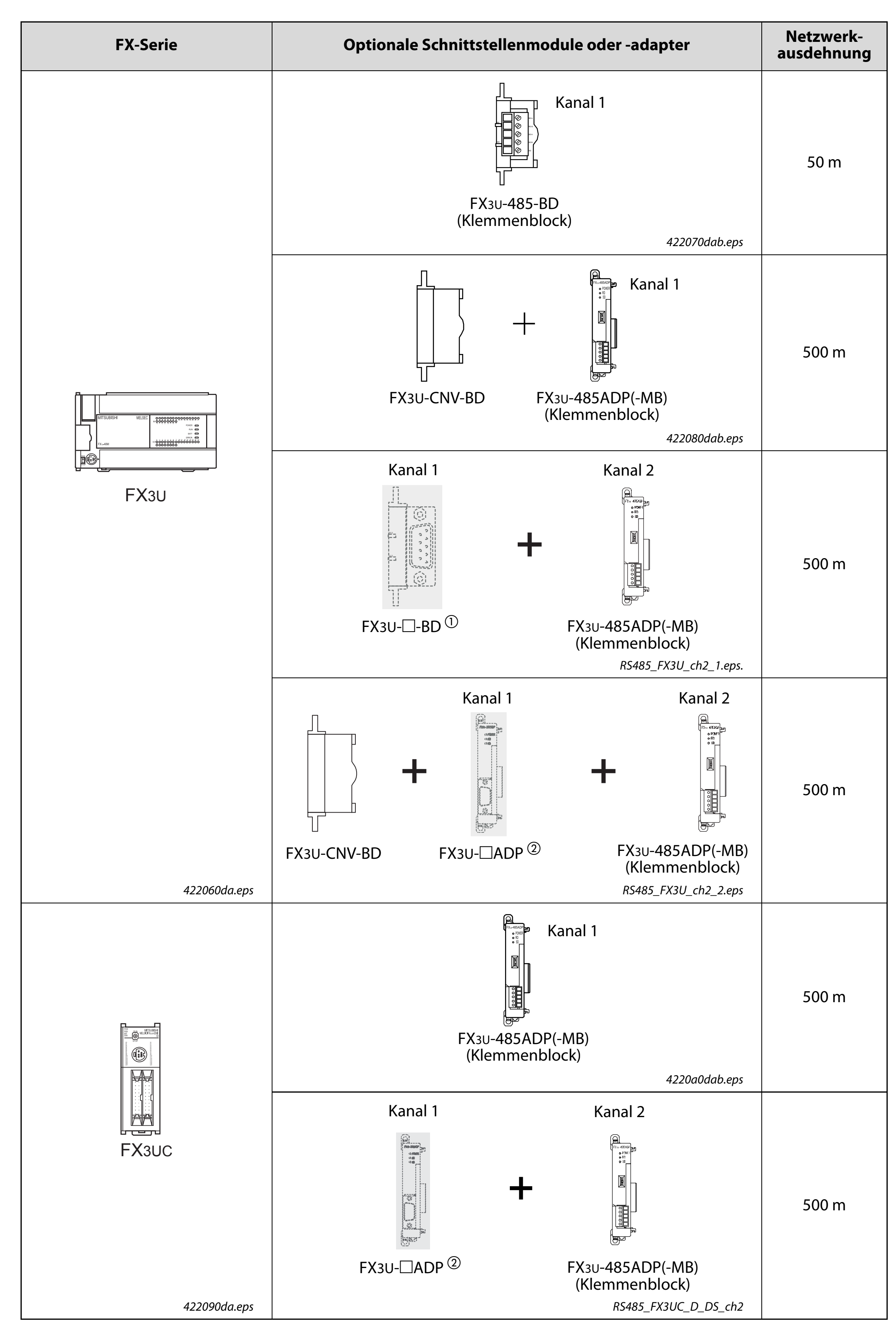
FX-Serie	Optionale Schnittstellenmodule oder -adapter	Netzwerk-ausdehnung
FX2N + Speichermodul FX2N-ROM-E1 (422010da.eps)	FX2N-485-BD (Klemmenblock) (422020da.eps)	50 m
	(FX2N-CNV-BD + FX2NC-485ADP (Klemmenblock)) oder (FX2N-CNV-BD + FX0N-485ADP (Klemmenblock)) (422030da.eps)	500 m
FX2NC + Speichermodul FX2NC-ROM-CE1 (422040da.eps)	FX2NC-485ADP (Klemmenblock) oder FX0N-485ADP (Klemmenblock) (422050da.eps)	500 m

Tab. 4-7: *Verwendbare Schnittstellenmodule und -adapter für die Kommunikation mit Frequenzumrichtern*



FX-Serie	Optionale Schnittstellenmodule oder -adapter	Netzwerk-ausdehnung
FX3G (14 oder 24 E/A) FX3G_24_front.eps	FX3G-485-BD (Klemmenblock) FX3G-485-BD_front.eps	50 m
	FX3G-CNV-ADP + FX3U-485ADP(-MB) (Klemmenblock) RS485_FX3G.eps	500 m
FX3G (40 oder 60 E/A) FX3G_24_front.eps	FX3G-485-BD (Klemmenblock) Kanal 1 FX3G-485-BD_front.eps	50 m
	FX3G-CNV-ADP + FX3U-485ADP(-MB) (Klemmenblock) Kanal 1 RS485_FX3G.eps	500 m
	FX3G-485-BD (Klemmenblock) Kanal 2 FX3G-485-BD_front.eps	50 m
	FX3G-CNV-ADP + Kanal 1: FX3U-232ADP(-MB) oder FX3U-485ADP(-MB) + Kanal 2: FX3U-485ADP(-MB) (Klemmenblock) RS485_FX3G_ch2.eps	500 m

Tab. 4-7: *Verwendbare Schnittstellenmodule und -adapter für die Kommunikation mit Frequenzumrichtern*



FX-Serie	Optionale Schnittstellenmodule oder -adapter	Netzwerk-ausdehnung
FX3U (422060da.eps)	Kanal 1: FX3U-485-BD (Klemmenblock) (422070dab.eps)	50 m
	FX3U-CNV-BD + Kanal 1: FX3U-485ADP(-MB) (Klemmenblock) (422080dab.eps)	500 m
	Kanal 1: FX3U-☐-BD ① + Kanal 2: FX3U-485ADP(-MB) (Klemmenblock) (RS485_FX3U_ch2_1.eps.)	500 m
	FX3U-CNV-BD + Kanal 1: FX3U-☐ADP ② + Kanal 2: FX3U-485ADP(-MB) (Klemmenblock) (RS485_FX3U_ch2_2.eps)	500 m
FX3UC (422090da.eps)	Kanal 1: FX3U-485ADP(-MB) (Klemmenblock) (4220a0dab.eps)	500 m
	Kanal 1: FX3U-☐ADP ② + Kanal 2: FX3U-485ADP(-MB) (Klemmenblock) (RS485_FX3UC_D_DS_ch2)	500 m

Tab. 4-7: *Verwendbare Schnittstellenmodule und -adapter für die Kommunikation mit Frequenzumrichtern*

① FX3U-232-BD, FX3U-422-BD, FX3U-485-BD oder FX3U-USB-BD

② FX3U-232ADP(-MB) oder FX3U-485ADP(-MB)

Um die Kommunikation zwischen dem Frequenzumrichter und einer SPS zu ermöglichen, müssen zuerst die Grundeinstellungen für den Kommunikationsbetrieb ausgeführt werden. Ohne diese Initialisierung oder bei fehlerhaften Einstellungen kann keine Datenübertragung stattfinden. Die SPS der Serien FX2N(C), FX3G und FX3U(C) haben besondere Anweisungen, um mit einem oder mehreren Frequenzumrichter(n) Daten auszutauschen.

FX2N(C)		FX3G, FX3U(C)	Funktion
EXTR	K10	IVCK	Monitor-Funktion zur Überwachung des Frequenzumrichters
	K11	IVDR	Betrieb des Frequenzumrichters steuern
	K12	IVRD	Parameter aus dem Frequenzumrichter lesen
	K13	IVWR	Parameter in den Frequenzumrichter schreiben
—		IVBWR ①	Parameter blockweise in den Frequenzumrichter schreiben

Tab. 4-8: *Anweisungen zur Frequenzumrichterkommunikation*

① Diese Anweisung steht nur für SPS der Serie FX3U(C) zur Verfügung.

Die im Beispiel in Abschnitt 4.2.3 verwendeten Sondermerker der SPS und Anweisungscodes des Frequenzumrichters sind nachfolgend aufgelistet. Weitere Informationen zu Sondermerkern- und registern, Fehlercodes und Betriebsstatus finden Sie in den SPS- und Frequenzumrichterhandbüchern.

Funktion	Merker	Länge	Beschreibung	Verwendbare SPS
RUN-Status	M8000	1 Bit	In der Betriebsart „RUN“ der SPS ist der Signalzustand dieses Merkers immer „1“.	FX2N(C) FX3G FX3U(C)
Initialisierungsimpuls	M8002	1 Bit	Nach dem Einschalten der Betriebsart „RUN“ ist dieser Merker für die Dauer eines Programmzyklus „1“.	
Ausführung der Anweisung beendet	M8029	1 Bit	Der Merker wird unmittelbar nach einer Anweisung abgefragt und hat den Zustand „1“, wenn die Ausführung der Anweisung komplett abgeschlossen ist. M8029 wird zurückgesetzt, wenn die Eingangsbedingung der Anweisung ausgeschaltet wird.	

Tab. 4-9: *Sondermerker der SPS*

Funktion	Anweisungs-code	Stellenan-zahl	Beschreibung	Verwend-bare Fre-quenzum-richter
Frequenzumrichter zurücksetzen	H0FD	4	Der Frequenzumrichter wird zurückgesetzt und sendet keine Antwortdaten. Das Zurücksetzen des Frequenzumrichters dauert ca. 2,2 Sekunden.	①
Betriebsmodus schreiben	H0FB	4	Einstellung des Betriebsmodus des Frequenzumrichters für die Kommunikation	①
Ausgangsfrequenz schreiben	H0ED	4	Schreiben der eingestellten Ausgangsfrequenz/ Drehzahl in das RAM des Frequenzumrichters.	①
Betriebssignal schreiben	H0FA	2	Vorgabe von Betriebsanweisungen wie Startsignal Rechtslauf (STF) oder Startsignal Linkslauf (STR)	①
Überwachung des Frequenzumrichter-status	H07A	2	Überwachung der Ausgangssignalzustände wie Rechtslauf, Linkslauf oder Betriebsbereitschaftssignal (RUN)	①
Ausgangsfrequenz/ Drehzahl lesen	H06F	4	Überwachung der Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters	①

Tab. 4-10: *Anweisungscodes des Frequenzumrichters*

① Alle MITSUBISHI Frequenzumrichter sind einsetzbar.

4.2.3 Beispielprogramm

Beim folgenden Programm handelt es sich um ein gemischtes Programm für die SPS-Serien FX2N(C) und FX3G/FX3U(C) mit einem Frequenzumrichter der Serie FR-E500. Die Kommunikation zwischen SPS-Grundgerät und Frequenzumrichter erfolgt über Kanal 1.

Der Verfahrweg und der zeitliche Ablauf sind nachfolgend dargestellt.

Im zugehörigen Kontaktplan ist der Abschnitt, wie die Vorwärts- und Rückwärtsbewegung mit dem Frequenzumrichter gesteuert wird speziell gekennzeichnet (siehe Tab. 4-13 (3)). Wird einer der Endschalter für Linkslauf (X000) oder Rechtslauf (X001) erreicht, wird der Motor angehalten. Einzelheiten zur Inbetriebnahme und zum Testen des Systems entnehmen Sie bitte den entsprechenden Handbüchern der verwendeten Hardware.

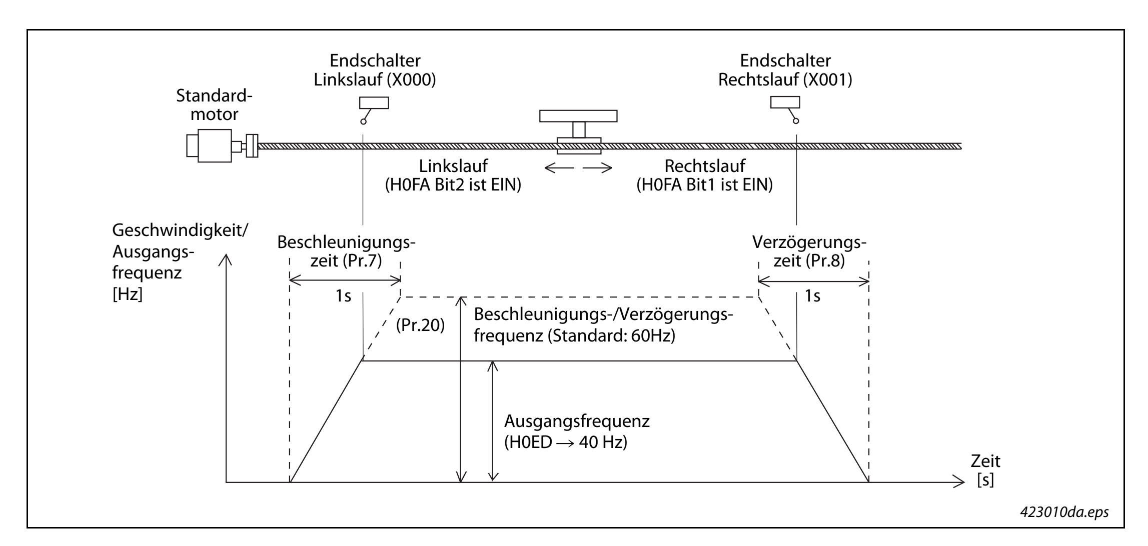


Abb. 4-15: *Systemkonfiguration und zeitlicher Ablauf*

Vor der Programmierung müssen einige Parameter für die SPS und den Frequenzumrichter eingestellt werden.

Kommunikationsparameter des Frequenzumrichters der Serie FR-E500

Stoppen Sie den Betrieb des Frequenzumrichters (die Betriebsanzeige RUN des FR-E500 ist ausgeschaltet). Die folgenden Parameter werden über die Tasten Modus [MODE] ,Inkrement/Dekrement [▲] [▼] und SET [SET] geändert, bzw. bestätigt:

Parameter	Bedeutung	Einstellung	Einstellung
Pr. 79	Betriebsartenwahl	0	Beim Einschalten wird der Frequenzumrichter extern gesteuert.
Pr. 117	Stationsnummer	00–31	Es können bis zu 6 Frequenzumrichter angeschlossen werden.
Pr. 118	Übertragungsrate	96	9600 Bit/Sek. (Standardeinstellung)
Pr. 119	Stoppbitlänge/Datenlänge	10	Stoppbitlänge: 1 Bit Datenlänge: 7 Bit
Pr. 120	Paritätsprüfung	2	Prüfung auf gerade Parität
Pr. 122	Zeitintervall der Datenkommunikation	9999	Keine Zeitüberwachung
Pr. 123	Antwort-Wartezeit	9999	Einstellung mit Kommunikationsdaten
Pr. 124	CR-/LF-Prüfung	1	CR-Anweisung aktiviert

Tab. 4-11: *Parametereinstellung*

Kommunikationsparameter der SPS FX2N(C)/FX3G/FX3U(C)

Nachfolgend wird die Einstellung der SPS-Parameter mit dem GX Developer gezeigt.

① Öffnen Sie im Projekt-Navigator das Verzeichnis ***Parameter***. Klicken Sie dann doppelt auf ***SPS-Parameter***.

Sollte das Fenster des Projekt-Navigators nicht geöffnet sein, wählen Sie im Hauptmenü ***Ansicht*** und aktivieren Sie die den Unterpunkt ***Projekt-Navigator***.

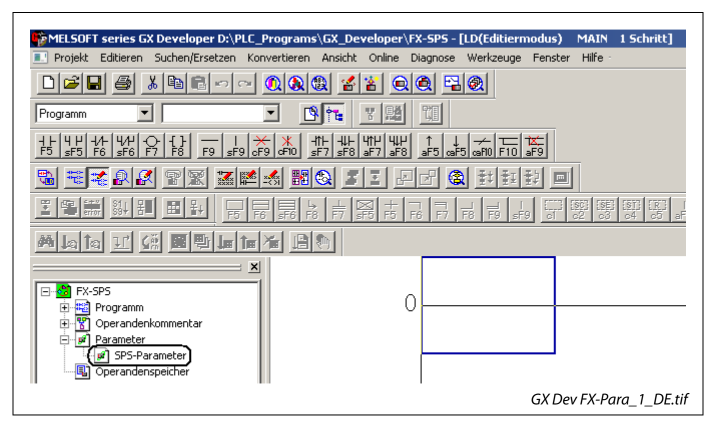


Abb. 4-16: *Auswahl der SPS-Parameter*

② Klicken Sie auf die Registerkarte ***SPS-System(2)*** und nehmen Sie folgende Einstellungen vor:

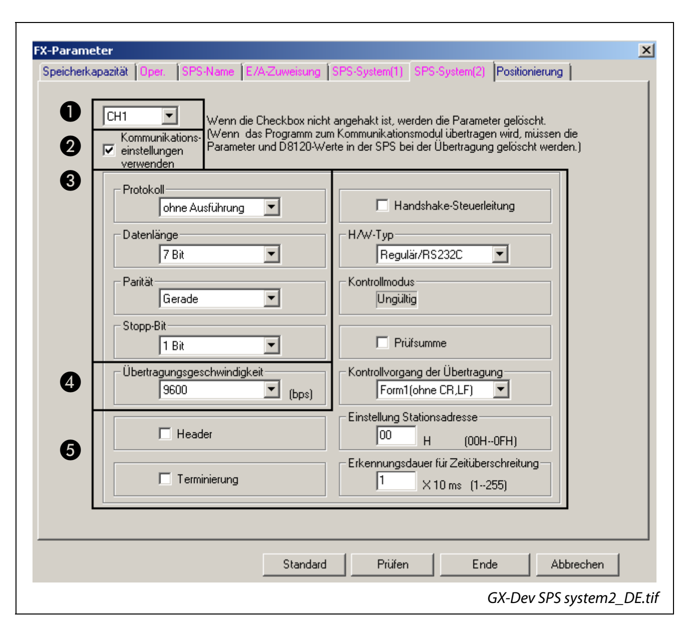


Abb. 4-17: *Registerkarte „SPS-System(2)“*

❶ Stellen Sie den verwendeten Kanal CH1 ein.

❷ Aktivieren Sie den Punkt ***Kommunikationseinstellungen verwenden***.

❸ Stellen Sie das Protokoll für die Datenübertragung ein:
Protokoll: ohne Ausführung
Datenlänge: 7 Bit
Parität: Gerade
Stopp-Bit: 1 Bit

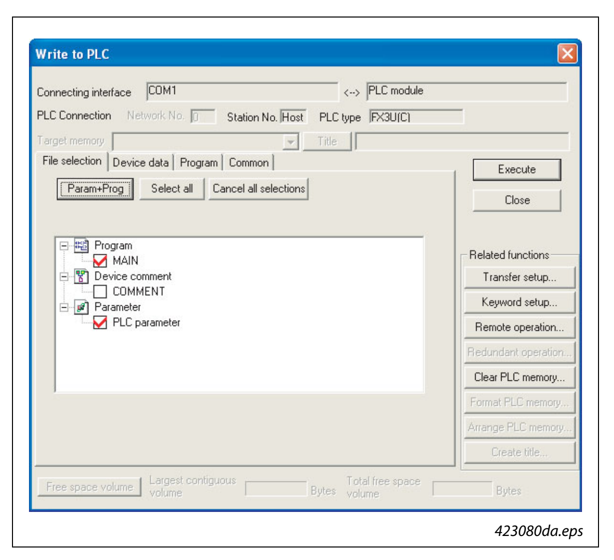
❹ Stellen Sie die gleiche Übertragungsgeschwindigkeit ein, wie die des Frequenzumrichters: 9600 bps (Bit/Sekunde)

❺ Diese Punkte müssen nicht eingestellt werden.

③ Betätigen Sie die Schaltfläche ***Ende***.

④ Erstellen Sie ein Kontaktplanprogramm wie in Abb. 4-19 gezeigt.

⑤ Nach der Programmierung wählen Sie im Hauptmenü ***Online*** den Unterpunkt ***In SPS schreiben…***.



423080da.eps

Abb. 4-18: *Dialogfenster „In SPS schreiben“*

⑥ Betätigen Sie die Schaltfläche ***Param + Prog*** und dann ***Ausführen***. Die Parametereinstellungen und das Programm werden in die SPS übertragen. Zur Aktivierung der übertragenen Parameter muss die SPS gestoppt und wieder neu gestartet werden.

Eingänge		Ausgänge	
X000	Endschalter Linkslauf	Y000	Frequenzumrichter in Betrieb (RUN)
X001	Endschalter Rechtslauf	Y001	Rechtslauf
X002	Startsignal für Rechtslauf	Y002	Linkslauf
X003	Startsignal für Linkslauf	Y003	Sollfrequenz erreicht (Frequenz-Soll-/Ist-wertvergleich (SU))
—	—	Y004	Überlastalarm (OL)
—	—	Y006	Überwachung der Ausgangsfrequenz (FU)
—	—	Y007	Alarmausgabe

Tab. 4-12: *Verwendete Ein- und Ausgänge*

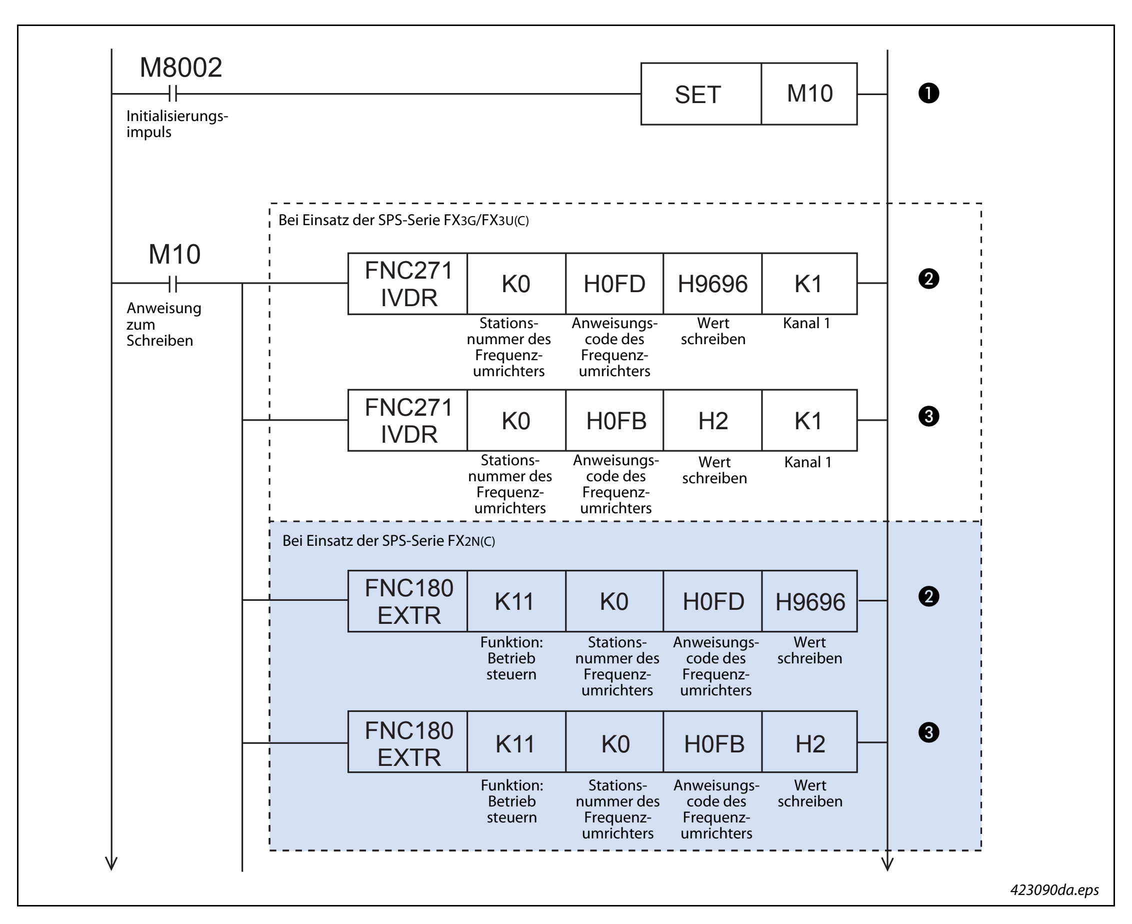


Abb. 4-19: *Kontaktplan des Programmbeispiels (1)*

Funktion	Nummer	Beschreibung
Im Modus RUN schreibt die SPS die Parameter in den Frequenzumrichter.	❶	Ausführung der Anweisung zum Schreiben
	❷	Der Frequenzumrichter wird zurückgesetzt [H9696 → „H0FD"]
	❸	Einstellung der Kommunikationsart mit dem Frequenzumrichter [H2 → „H0FB"]

Tab. 4-13: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-19 (1)*

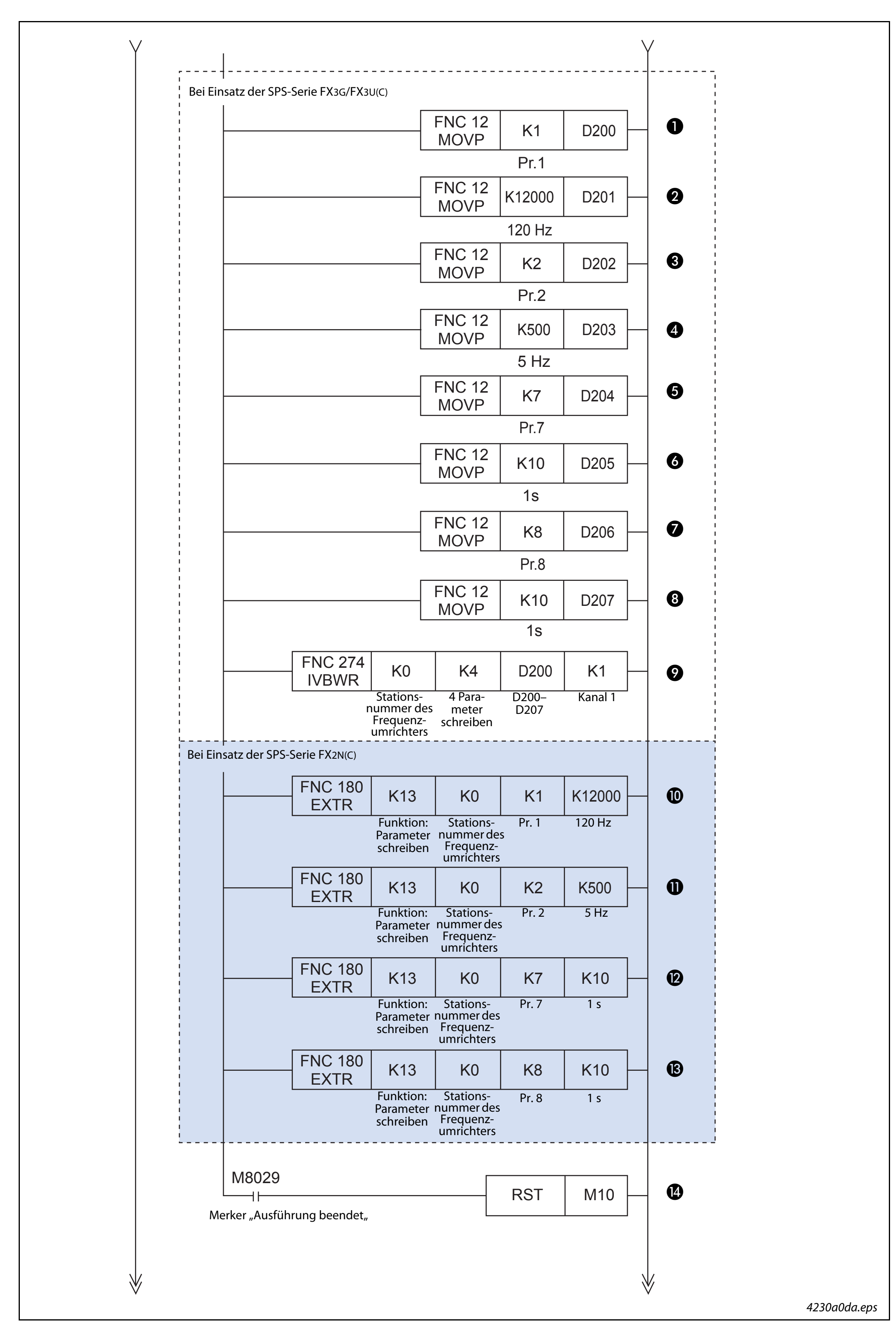


Abb. 4-19: *Kontaktplan des Programmbeispiels (2)*

Funktion	Nummer	Beschreibung
Im Modus RUN schreibt die SPS die Parameter in den Frequenz-umrichter.	❶	Einstellung der maximalen Ausgangsfrequenz (Pr. 1)
	❷	Die maximale Ausgangsfrequenz ist 120 Hz.
	❸	Einstellung der minimalen Ausgangsfrequenz (Pr. 2)
	❹	Die minimale Ausgangsfrequenz ist 5 Hz.
	❺	Einstellung der Beschleunigungszeit (Pr. 7)
	❻	Die Beschleunigungszeit ist 1 Sek.
	❼	Einstellung der Verzögerungszeit (Bremszeit) (Pr. 7) (Pr. 8)
	❽	Die Verzögerungszeit ist 1 sek.
	❾	Die Parameter werden gleichzeitig in den Frequenzumrichter geschrieben [Inhalte der Register D200 bis D207 → Pr. 1, Pr. 2, Pr. 7 und Pr. 8]
	❿	Die maximale Ausgangsfrequenz wird auf 120 Hz eingestellt [K12000 → Pr. 1].
	⓫	Die minimale Ausgangsfrequenz wird auf 5 Hz eingestellt [K500 → Pr. 2].
	⓬	Die Beschleunigungszeit wird auf 1 sek eingestellt [K10 → Pr. 7].
	⓭	Die Verzögerungszeit (Bremszeit) wird auf 1 sek eingestellt [K10 → Pr. 8].
	⓮	Zurücksetzen der Anweisung zum Schreiben

Tab. 4-13: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-19 (2)*

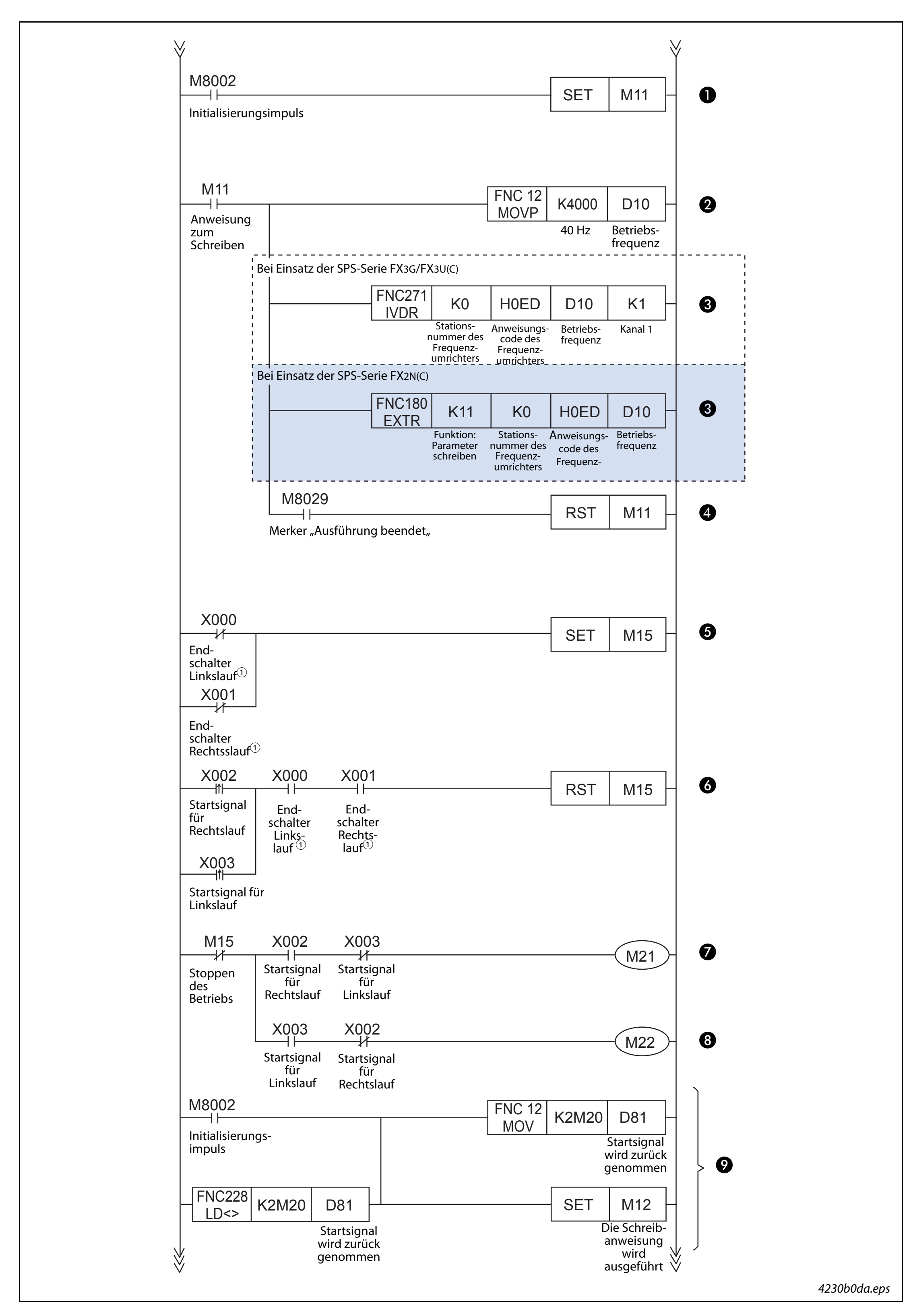


Abb. 4-19: *Kontaktplan des Programmbeispiels (3)*

① Die Endschalter für Rechts- und Linkslauf müssen so verdrahtet sein, dass sie im Normalbetrieb eingeschaltet sind (Öffner).

Wenn einer der beiden Endschalter abschaltet, weil das Werkstück den Endschalter passiert, stoppt der Frequenzumrichter den Motor.

Funktion	Nummer	Beschreibung
Im Modus RUN schreibt die SPS die Frequenz für den Normalbetrieb in den Frequenzumrichter	❶	Ausführung der Anweisung zum Schreiben
	❷	Die Sollausgangsfrequenz für den Betrieb wird auf 40 Hz eingestellt.
	❸	Die eingestellte Ausgangsfrequenz wird in den Frequenzumrichter geschrieben [Inhalt von D10 → „H0ED“].
	❹	Zurücksetzen der Anweisung zum Schreiben
Steuerung des Frequenzumrichters für Rechts- oder Linkslauf	❺	Mit Einstellen der Anweisung „H0FA“ auf „00H“ wird der Betrieb wird gestoppt.
	❻	Der Betrieb wird über die Eingänge X002 oder X003 gestartet
	❼	Zum Start des Rechtslaufs wird das Bit 1 des Anweisungscodes H0FA eingeschaltet.
	❽	Zum Start des Linkslaufs wird das Bit 2 des Anweisungscodes H0FA eingeschaltet.
	❾	Die Änderungen der Betriebssignale (M20–M27) für den Frequenzumrichter werden erfasst.

Tab. 4-13: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-19 (3)*

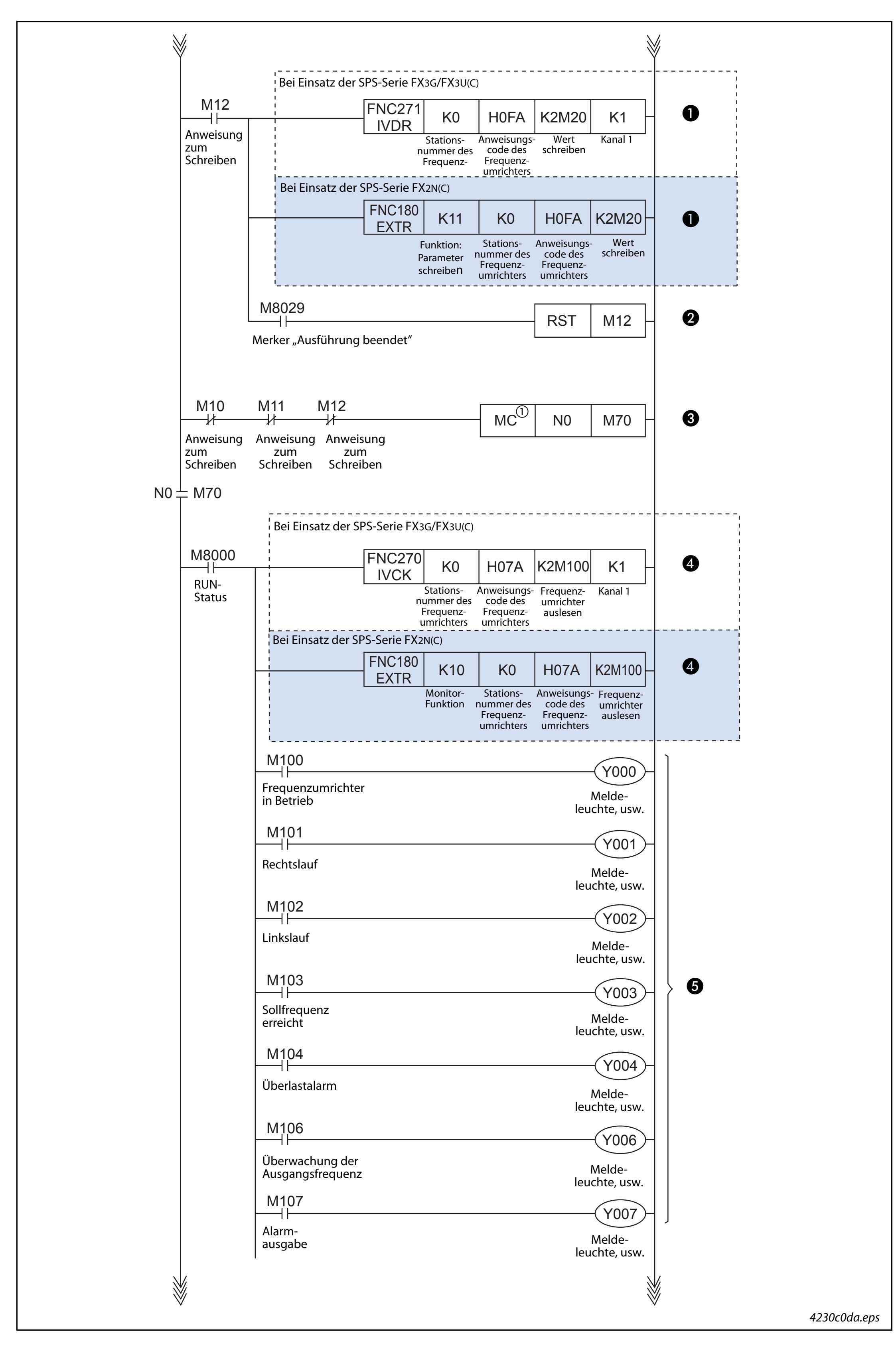


Abb. 4-19: *Kontaktplan des Programmbeispiels (4)*

① Mit der MC-Anweisung wird der Start einer Kontrollbedingung festgelegt.
In diesem Beispiel wird der Kontrollblock „N0“ nur ausgeführt, wenn in den Frequenzumrichter keine Daten geschrieben werden.

Funktion	Nummer	Beschreibung
Steuerung des Frequenzumrichters für Rechts- oder Linkslauf	❶	Die Betriebssignale werden in den Frequenzumrichter geschrieben [M20–M27 → „H0FA“]
	❷	Zurücksetzen der Anweisung zum Schreiben
Überwachung des Frequenzumrichters	❸	Kontrollbedingung, wenn keine Daten in den Frequenzumrichter geschrieben werden
	❹	Der Status des Frequenzumrichters wird ausgelesen [„H07A“ → M100–M107]
	❺	Inhalt des Frequenzumrichterstatus (nach Bedarf)

Tab. 4-13: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-19 (4)*

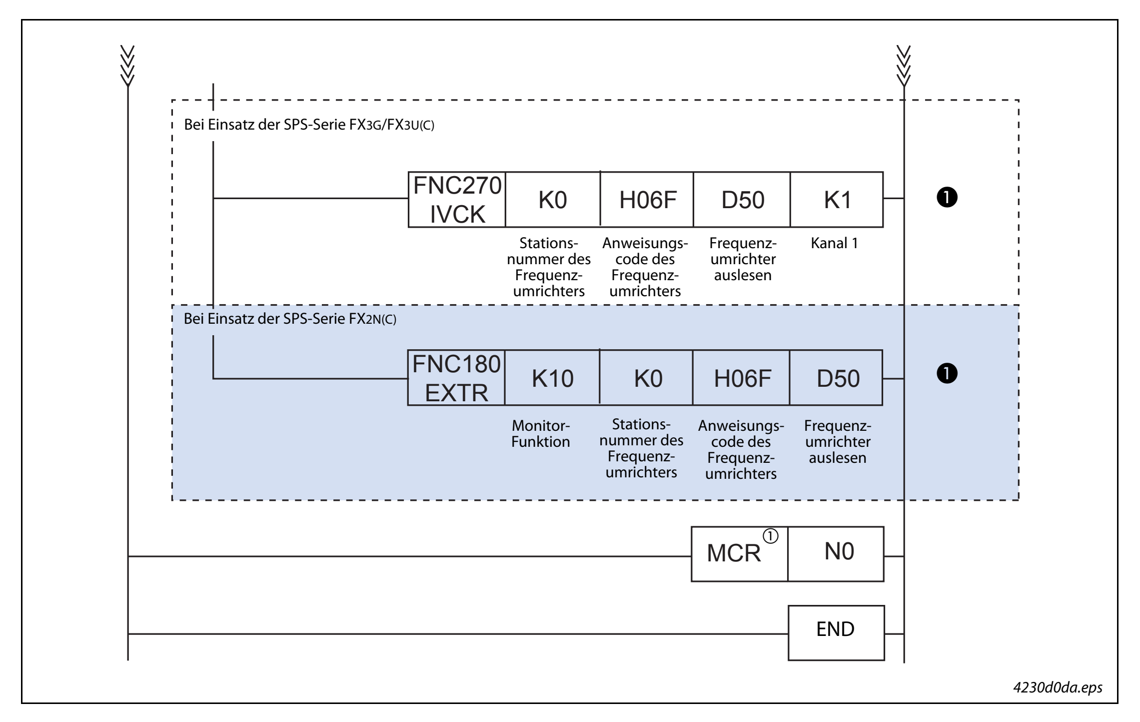


Abb. 4-19: *Kontaktplan des Programmbeispiels (5)*

① Mit der MCR-Anweisung wird das Ende einer Kontrollbedingung festgelegt.
In diesem Beispiel wird der Kontrollblock „N0“ nur ausgeführt, wenn in den Frequenzumrichter keine Daten geschrieben werden.

Funktion	Nummer	Beschreibung
Überwachung des Frequenzumrichters	❶	Die Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters wird gelesen [„H06F“ → D50]

Tab. 4-13: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-19 (5)*

4.3 Positionierung mit dem Modul FX2N-1PG-E

An die SPS-Grundgeräte der Serien FX2N(C) und FX3U(C) kann das Einachsen-Positioniermodul FX2N-1PG-E angeschlossen werden. Dieses Positioniermodul gehört zu den Sondermodulen. Sondermodule erweitern die Steuerungsmöglichkeiten der SPS und verarbeiten selbständig Daten, ohne die SPS zu beanspruchen, was die Zykluszeit verkürzt. Dadurch verringert sich zum einen der Programmieraufwand, zum anderen bietet das Positioniermodul FX2N-1PG-E erweiterte Steuerungsmöglichkeiten durch eigene Ein- und Ausgänge.

Weitere Informationen zur Positionierung mit dem Modul FX2N-1PG-E finden Sie in:

- MELSEC Bedienungsanleitung Positioniermodul FX2N-1PG-E – Art.-Nr.: 136268

Es wird vorausgesetzt, dass Sie dieses Handbuch gelesen und verstanden haben oder darauf zugreifen können.

4.3.1 Einführung

Das Positioniermodul FX2N-1PG-E kann für allgemeine Punkt-zu-Punkt-Positionieraufgaben mit einer Achse und mit einer Ausgangsfrequenz von bis zu 100 kHz (100 000 Impulse/Sekunde) eingesetzt werden. Als Antrieb dient ein Schrittmotor oder ein Servomotor.

Einige der Hauptvorteile des Positioniermoduls FX2N-1PG-E gegenüber einer SPS der Serien FX1S, FX1N oder FX3U(C) sind:

- Flexibler Einsatz des Nullpunktsignals PG0
- Positionierung mit zwei Geschwindigkeiten mit oder ohne Interrupt
- Auswahl der FP/RP-Methode für die Impulsausgabe

4.3.2 Wichtige Pufferspeicheradressen

Der Pufferspeicherbereich des Positioniermoduls FX2N-1PG-E umfasst 32 Adressen, die jeweils 16 Bit (1 Wort) lang sind und die Daten zur Steuerung der Positionierung beinhalten. Mittels FROM/ TO-Anweisungen liest die SPS der Serie FX2N(C) oder FX3U(C) Daten aus dem Pufferspeicher und schreibt Daten in den Pufferspeicher des Moduls. Bei einer SPS der Serie FX3U(C) kann der Datenaustausch mit dem Modul auch mittels MOV-Anweisungen erfolgen.

Die Pufferspeicheradressen in der Tabelle werden im nachfolgenden Programmbeispiel verwendet. Weitere Einzelheiten zu allen Pufferspeicheradressen finden Sie in der zuvor erwähnten Bedienungsanleitung des Positioniermoduls.

Adresse (BFM)	Beschreibung		Einstellwert	Bemerkung
#0	Impulsrate		4 000	Impulse/Umdrehung
#2, #1	Vorschub		1 000	µm/Umdrehung
#3	Parameter		—	—
	Bit 1 Bit 0	Einheiten in Abhängigkeit vom System	Bit 1: 1, Bit 0: 0	Kombiniertes System
	Bit 5 Bit 4	Multiplikator①	Bit 5: 1, Bit 4: 1	10^3
#5, #4	Maximalgeschwindigkeit		40 000	Hz
#6	Minimalgeschwindigkeit		0	Hz
#15	Beschleunigungs-/Verzögerungszeit		100	ms
#18, #17	Solladresse (Zieladresse) 1		100	mm
#20, #19	Betriebsgeschwindigkeit 1		40 000	Hz
#22, #21	Solladresse (Zieladresse) 2		150	mm
#24, #23	Betriebsgeschwindigkeit 2		10 000	Hz
#25	Betriebsbefehl		—	—
	Bit 0	Fehler-Reset	M0	X000
	Bit 1	STOPP	M1	X001
	Bit 2	Vorwärtsimpuls Stopp	M2	X002
	Bit 3	Rückwärtsimpuls Stopp	M3	X003
	Bit 7	Relative/absolute Positionierung	M7 (Bit 7 = 0)	Absolute Positionierung
	Bit 10	Positionierung mit 2 vorgegebenen Geschwindigkeiten	M10	X007
#27, #26	Aktuelle Position		D11, D10	mm
#28	Statusinformation		M20–M31	—
#29	Fehlercode		D20	—

Tab. 4-14: *Adressbelegung des Pufferspeichers des FX2N-1PG-E*

① Der Multiplikationsfaktor von 10^3 ändert die Einheit von µm in mm.

4.3.3 Beispielprogramm

In der folgenden Abbildung ist die Positionieraufgabe dargestellt. Dabei soll ein Bohrer mit hoher Geschwindigkeit bei einer Impulsfrequenz von 40 kHz 100 mm bis zum Holz verfahren werden. Erreicht der Bohrer das Holz, wird die Geschwindigkeit auf eine Impulsfrequenz von 10 kHz reduziert. Der Bohrer soll 50 mm in das Holz bohren und danach Stoppen.

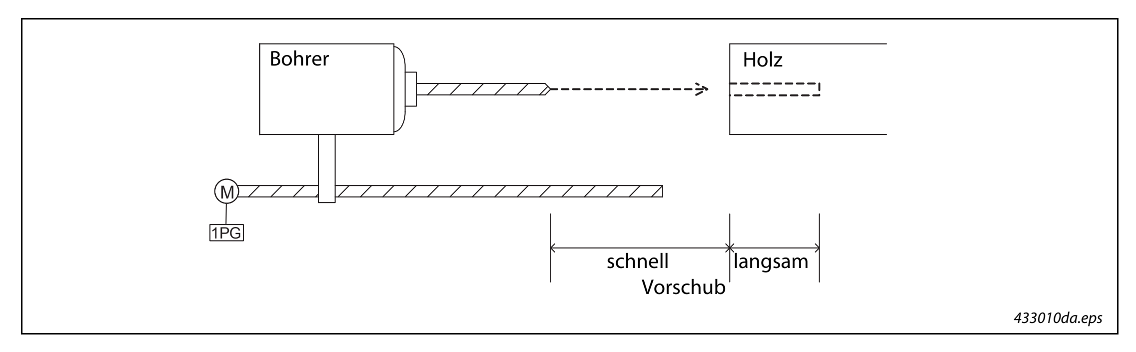


Abb. 4-20: *Konfiguration*

Der folgende zeitliche Verlauf zeigt die Positionierung mit zwei Geschwindigkeiten. In dem Kontaktplan wird weder die Nullpunktfahrt noch der JOG-Betrieb berücksichtigt.

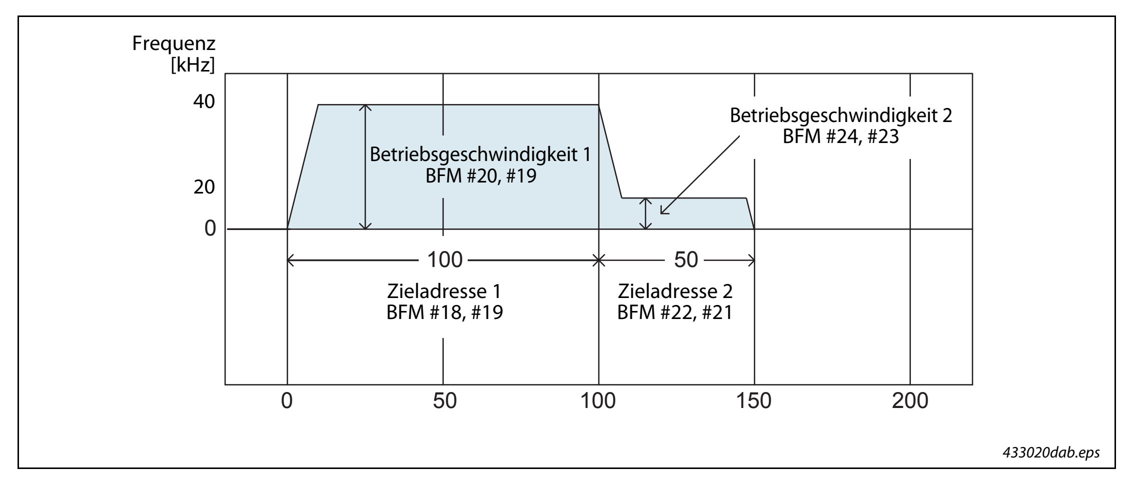


Abb. 4-21: *Zeitlicher Verlauf*

Obwohl der folgende Kontaktplan relativ einfach ist, gilt es, eine gute Programmstruktur zu entwickeln. Dabei ist es wichtig, in welcher Reihenfolge die SPS in den Pufferspeicher des Positioniermoduls schreibt und aus dem Pufferspeicher liest. Vor dem Schreiben des Start-Kommandos müssen verschiedene Einstellungen, wie Zieladressen, Betriebsgeschwindigkeiten, minimale und maximale Geschwindigkeit und Beschleunigungs-/Verzögerungszeit ausgeführt werden.

Der kritische Punkt ist der Programmteil, bei dem die Betriebsbefehle durch Setzen der Bits b0 bis b15 in die Speicheradresse BFM #25 aktiviert werden. Wird dann der Start-Eingang eingeschaltet, beginnt der Betrieb mit den vorgegebenen Einstellungen.

Der Kontaktplan auf der folgenden Seite kann mit einer SPS der Serie FX2N(C) oder FX3U(C) programmiert werden. Für das Testen des Programms wird kein Stellantrieb, wie beispielsweise ein Servo-System, benötigt.

Eingänge	
X000	Signal zum Rücksetzen des Fehlers
X001	Stoppsignal
X002	Endschalter Rechtslauf
X003	Endschalter Linkslauf
X007	Startsignal zur Positionierung mit 2 Geschwindigkeiten

Tab. 4-15: *Verwendete Eingänge*

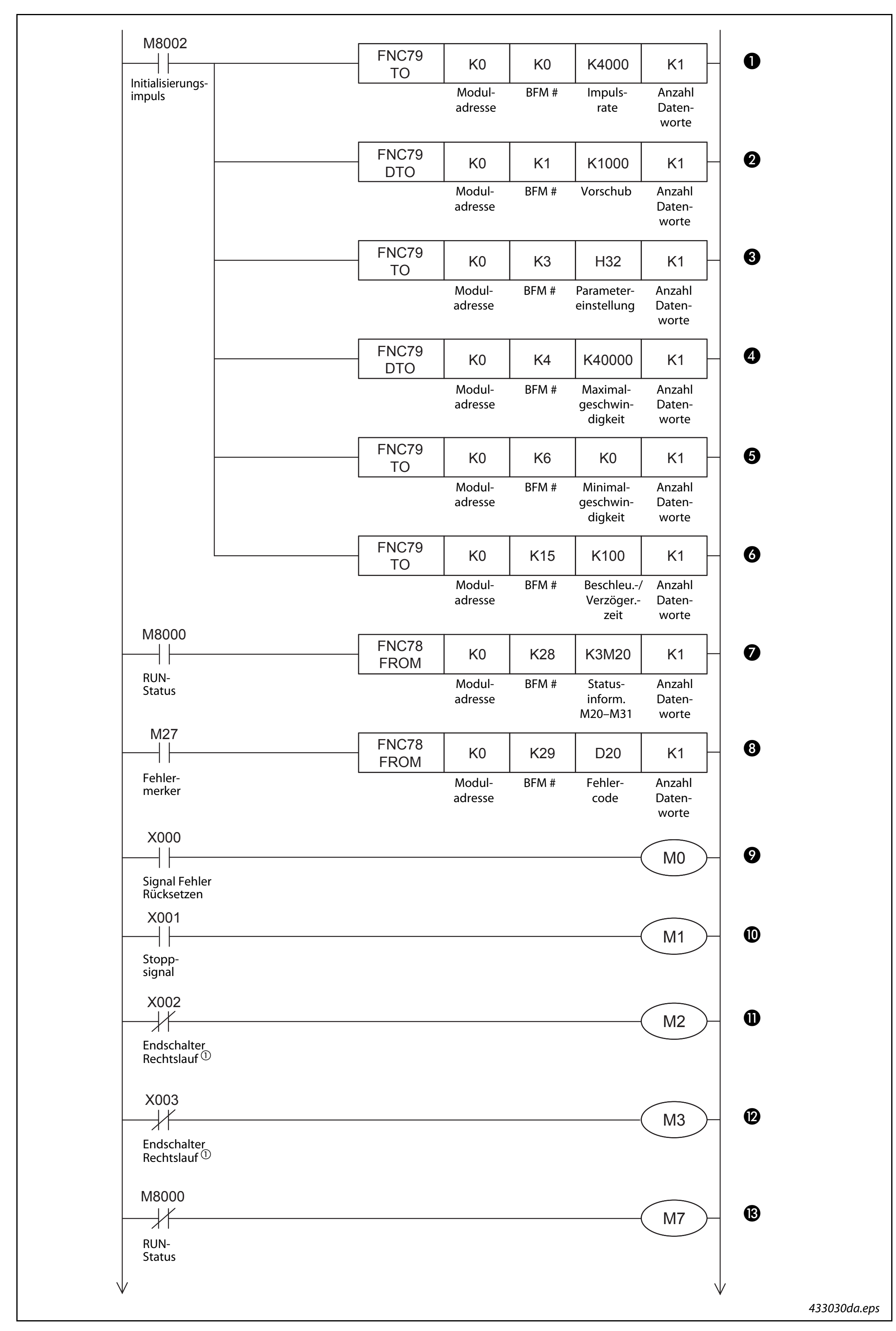


Abb. 4-22: *Kontaktplan des Programmbeispiels (1)*

① Die Endschalter für Rechts- und Linkslauf müssen so verdrahtet sein, dass sie im Normalbetrieb eingeschaltet sind (Öffner). Wenn einer der beiden Endschalter abschaltet, weil das Werkstück den Endschalter passiert, schalten M2 oder M3 ein und der Betrieb wird gestoppt.

Nummer	Beschreibung
❶	Die Impulsrate wird auf 4 000 Impulse pro Umdrehung eingestellt [K4000 ⟶ #0].
❷	Der Vorschub wird auf 1 000 µm pro Umdrehung eingestellt [K1000 ⟶ #2, #1].
❸	Das Einheitensystem wird auf (µm × 10^3 = mm), kombiniertes System eingestellt [H32 ⟶ #3].
❹	Die maximale Geschwindigkeit wird auf 40 kHz eingestellt [K40000 ⟶ #5, #4].
❺	Die minimale Geschwindigkeit wird auf 0 Hz eingestellt [K0 ⟶ #6].
❻	Die Beschleunigungs-/Verzögerungszeit wird auf 100 ms eingestellt [K100 ⟶ #15].
❼	Die Statusinformation wird gelesen [#28 ⟶ K3M20].
❽	Der Fehlercode wird gelesen [#29 ⟶ D20].
❾	Der Eingang X000 wird gelesen, um den Fehler zurück zu setzten.
❿	Der Eingang X001 für das Stopp-Signal wird gelesen.
⓫	Der Endschalter für Rechtslauf wird abgefragt.
⓬	Der Endschalter für Linkslauf wird abgefragt.
⓭	Die absolute Positionierung wird eingestellt.

Tab. 4-16: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-22 (1)*

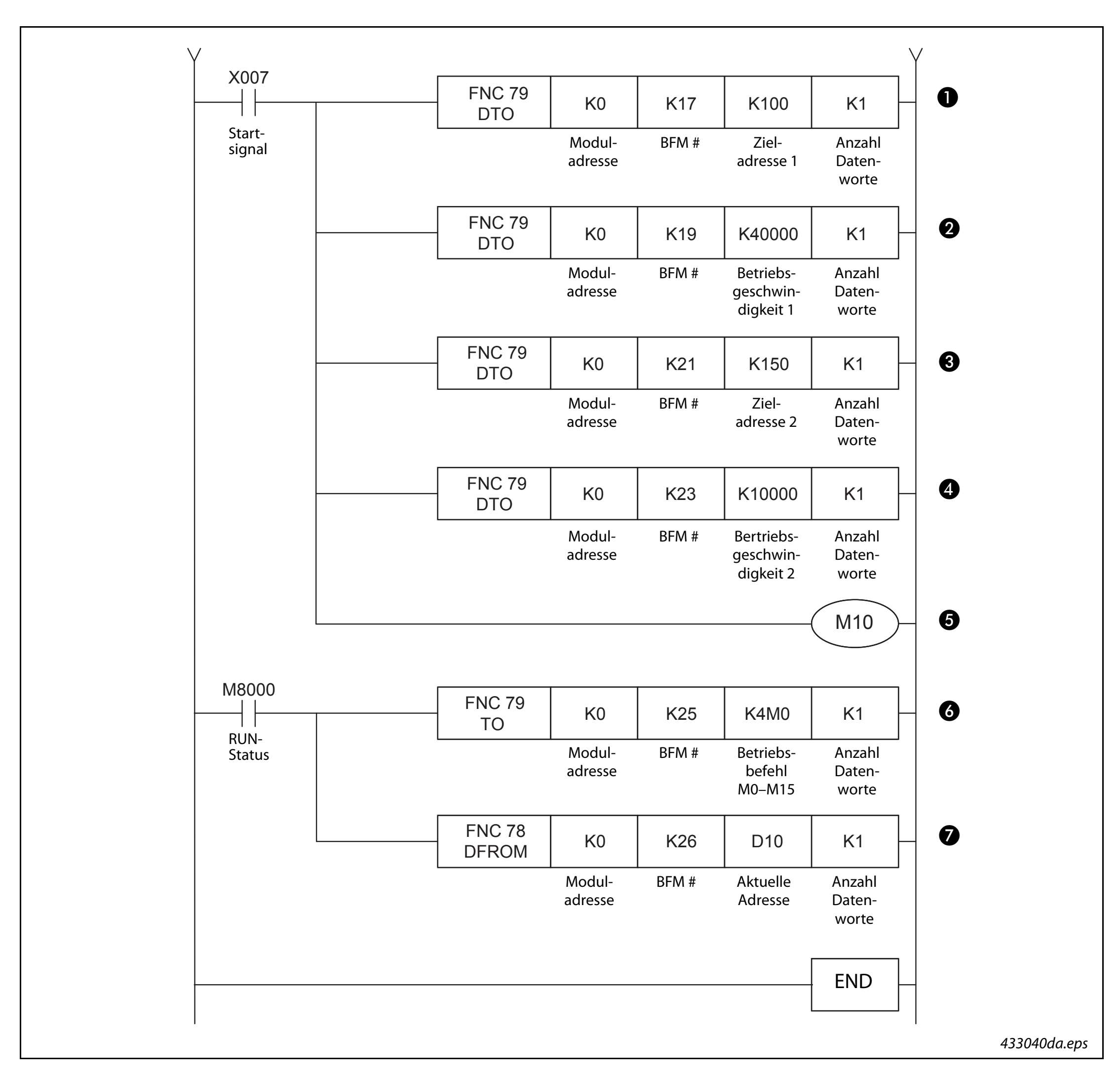


Fig. 4-22: *Kontaktplan des Programmbeispiels (2)*

Nummer	Beschreibung
❶	Die Zieladresse 1 wird auf 100 eingestellt [K100 → #18, #17].
❷	Die Betriebsgeschwindigkeit 1 wird auf 40 kHz eingestellt [K40000 → #20, #19]
❸	Die Zieladresse 2 wird auf 150 eingestellt [K150 → #22, #21].
❹	Die Betriebsgeschwindigkeit 2 wird auf 10 kHz eingestellt [K10000 → #24, #23]
❺	Das Signal am Eingang X007 startet die Positionierung mit zwei Geschwindigkeiten [M10: BFM #25, b10].
❻	Die Betriebskommandos werden in das Modul FX2N-1PG geschrieben [K4M0 → #25]
❼	Die aktuelle Positionsadresse in mm wird ausgelesen [#27, #26 → D11, D10]

Tab. 4-16: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-22 (2)*

4.4 Positionierung mit dem Modul FX2N-10PG

An ein SPS-Grundgerät der Serien FX2N(C) und FX3U(C) kann das Einachsen-Positioniermodul FX2N-10PG angeschlossen werden. Wie bereits in Abschnitt 4.3 dargestellt, gehört dieses Positioniermodul zu den Sondermodulen, welche die Steuerungsmöglichkeiten der SPS erweitern. Sondermodule können über ihren Pufferspeicher Daten für individuelle Steuerungsaufgaben selbstständig verarbeiten und erweitern so die Funktionalität der SPS. Zusätzlich bietet das Positioniermodul FX2N-10PG erweiterte Steuerungsmöglichkeiten durch eigene Ein- und Ausgänge.

Weitere Informationen zur Positionierung mit dem Modul FX2N-10PG finden Sie in:

- MELSEC Bedienungsanleitung Positioniermodul FX2N-10PG – Art.-Nr.: 150239

Es wird vorausgesetzt, dass Sie dieses Handbuch gelesen und verstanden haben oder darauf zugreifen können.

4.4.1 Einführung

Das Positioniermodul FX2N-10PG kann für allgemeine Punkt-zu-Punkt-Positionieraufgaben mit einer Achse mit einer Ausgangsfrequenz von bis zu 1 MHz (1 000 000 Impulse/Sekunde) eingesetzt werden. Es verfügt über differentielle Treiberausgänge, die eine hohe Signalstabiltät und einen hohen Störabstand gegenüber elektromagnetischen Störungen gewährleisten. Als Antrieb dient ein Schrittmotor oder ein Servomotor, der mit vielen Funktionen, wie Positionierung mit mehreren Geschwindigkeiten, Abstoppen über Interrupt, usw. gesteuert werden kann. Weiterhin ist zur manuellen Steuerung der Ausgabeimpulse der Anschluss eines Handrads möglich, sowie die zyklische Abarbeitung von bis zu 200 Positionieranweisungen aus einer Tabelle.

4.4.2 Wichtige Pufferspeicheradressen

Der Pufferspeicher des Positioniermoduls FX2N-10PG umfasst 1300 Adressen, die jeweils 16 Bit (1 Wort) lang sind und die Daten zur Steuerung der Positionierung beinhalten. Die meisten Speicheradressen sind für Positionierung über die Tabelle reserviert. Mittels FROM/TO-Anweisungen liest eine SPS der Serie FX2N(C) oder FX3U(C) Daten aus dem Pufferspeicher und schreibt Daten in den Pufferspeicher des Moduls. Bei einer SPS der Serie FX3U(C) kann der Datenaustausch mit dem Modul auch mit MOV-Anweisungen erfolgen.

Die Pufferspeicheradressen in der Tabelle werden im Kontaktplan des nachfolgenden Programmbeispiels verwendet. Weitere Einzelheiten zu allen Pufferspeicheradressen finden Sie in der zuvor erwähnten Bedienungsanleitung des Positioniermoduls.

Adresse (BFM)	Beschreibung		Enstellwert	Bemerkung
#1, #0	Maximalgeschwindigkeit		50 000	Hz
#2	Minimalgeschwindigkeit		0	Hz
#11	Beschleunigungszeit		100	ms
#12	Verzögerungszeit		100	ms
#14, #13	Solladresse (Zieladresse) 1		50	mm
#16, #15	Positioniergeschwindigkeit 1		50 000	Hz
#25, #24	Aktuelle Position		D11, D10	mm
#26	Ausführungsbefehl		—	—
	Bit 0	Fehler zurücksetzen	M0	X000
	Bit 1	STOPP	M1	X001
	Bit 2	Begrenzung Rechtslauf	M2	X002
	Bit 3	Begrenzung Linkslauf	M3	X003
	Bit 8	Relative/absolute positionierung	M8 (Bit 8 = 1)	Relative Positionierung
	Bit 9	Startsignal	M9	X007
#27	Funktion		—	—
	Bit 0	Positionierung mit einer Geschwindigkeit	—	—
#28	Statusinformation		M20–M31	
#33, #32	Impulsrate		4 000	Impulse/Umdrehung
#35, #34	Vorschub		1 000	µm/Umdrehung
#36	Parameter		—	—
	Bit 1 Bit 0	Einheiten in Abhängigkeit vom System	Bit 1: 1, Bit 0: 0	Kombiniertes System
	Bit 5 Bit 4	Multiplikator①	Bit 5: 1, Bit 4: 1	10^3
#37	Fehlercode		D20	—

Tab. 4-17: *Adressbelegung des Pufferspeichers des FX2N-10PG*

① Der Multiplikationsfaktor von 10^3 ändert die Einheit von µm in mm.

4.4.3 Beispielprogramm

Im folgenden Beispiel wird eine Abfolge von drei individuellen Positioniervorgängen mit einer Geschwindigkeit vom Positioniermodul FX2N-10PG gesteuert. Zusätzlich wird von der SPS zwischen jedem Positioniervorgang ein Ausgang eingeschaltet. Das Zeitdiagramm auf der folgenden Seite soll helfen, die zeitlichen Abhängigkeiten der einzelnen Signale zu verdeutlichen.

Das dargestellte Transportband befördert Behälter von einem Ort zum anderen. Bei jedem sich wiederholenden Schritt wird ein Behälter vor einem Scanner positioniert und bleibt dort für zwei Sekunden zum Lesen eines Barcodes stehen. Während jedem Lesezyklus wird über den Ausgang Y000 der SPS eine Meldeleuchte eingeschaltet. Die Anzahl der Behälter, die von dem Scanner gelesen werden sollen, ist variabel und kann im Programm durch Änderung des Zählers C100 angepasst werden.

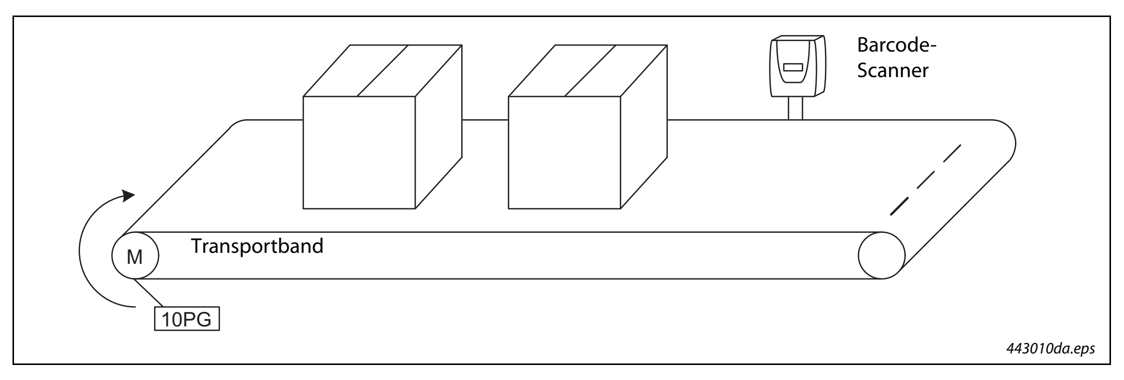


Abb. 4-23: *Konfiguration*

Der zeitliche Verlauf der Positionierung ist nachfolgend dargestellt. In dem Kontaktplan wird weder die Nullpunktfahrt noch der JOG-Betrieb berücksichtigt.

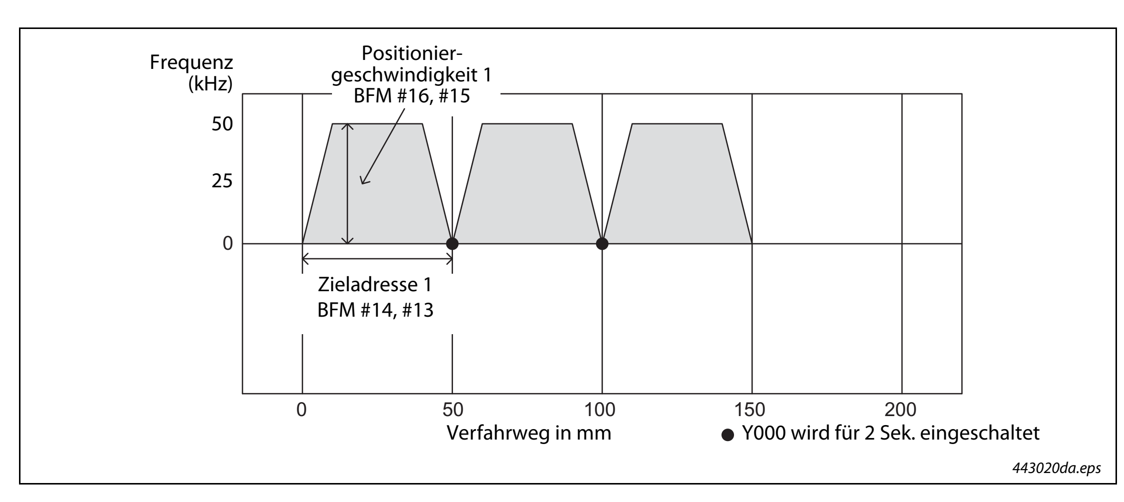


Abb. 4-24: *Zeitlicher Verlauf*

Um sicher zu stellen, dass das Programm die Anzahl der eingestellten Ablaufwiederholungen korrekt abarbeitet, darf der Start-Eingang X007 der SPS während der Positionierung keinesfalls eingeschaltet werden. Durch das Einschalten des Start-Signals während der Positionierung wird der Zähler C100, der die Anzahl der Wiederholungen festlegt, zurück gesetzt.

Das folgende Programm ist für eine SPS der Serie FX2N(C) oder FX3U(C) geeignet. Zum Testen benötigt man keinen Antrieb, wie beispielsweise einen Servoverstärker.

Eingänge		Ausgänge	
X000	Signal zum Rücksetzen des Fehlers	Y000	Meldeleuchte (jeweils für 2 Sek. eingeschaltet)
X001	Stoppsignal		
X002	Endschalter Rechtslauf	—	—
X003	Endschalter Linkslauf	—	—
X007	Startsignal	—	—

Tab. 4-18: *Verwendete Ein- und Ausgänge*

Mit dem folgenden Diagramm werden die zeitlichen Abhängigkeiten der einzelnen Signale und Merker untereinander gezeigt.

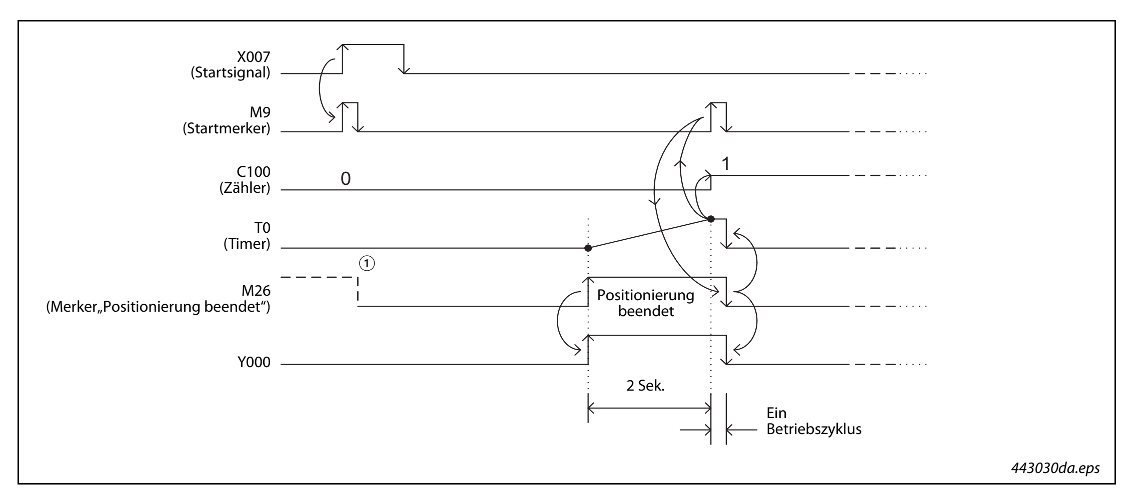


Abb. 4-25: *Zeitdiagramm*

① Der Merker „Positionierung beendet" ist vor der ersten Ausführung des Programms eingeschaltet, wenn das System nach einer vorhergehenden Nutzung nicht durch Abschalten der Spannungsversorgung zurückgesetzt wurde.

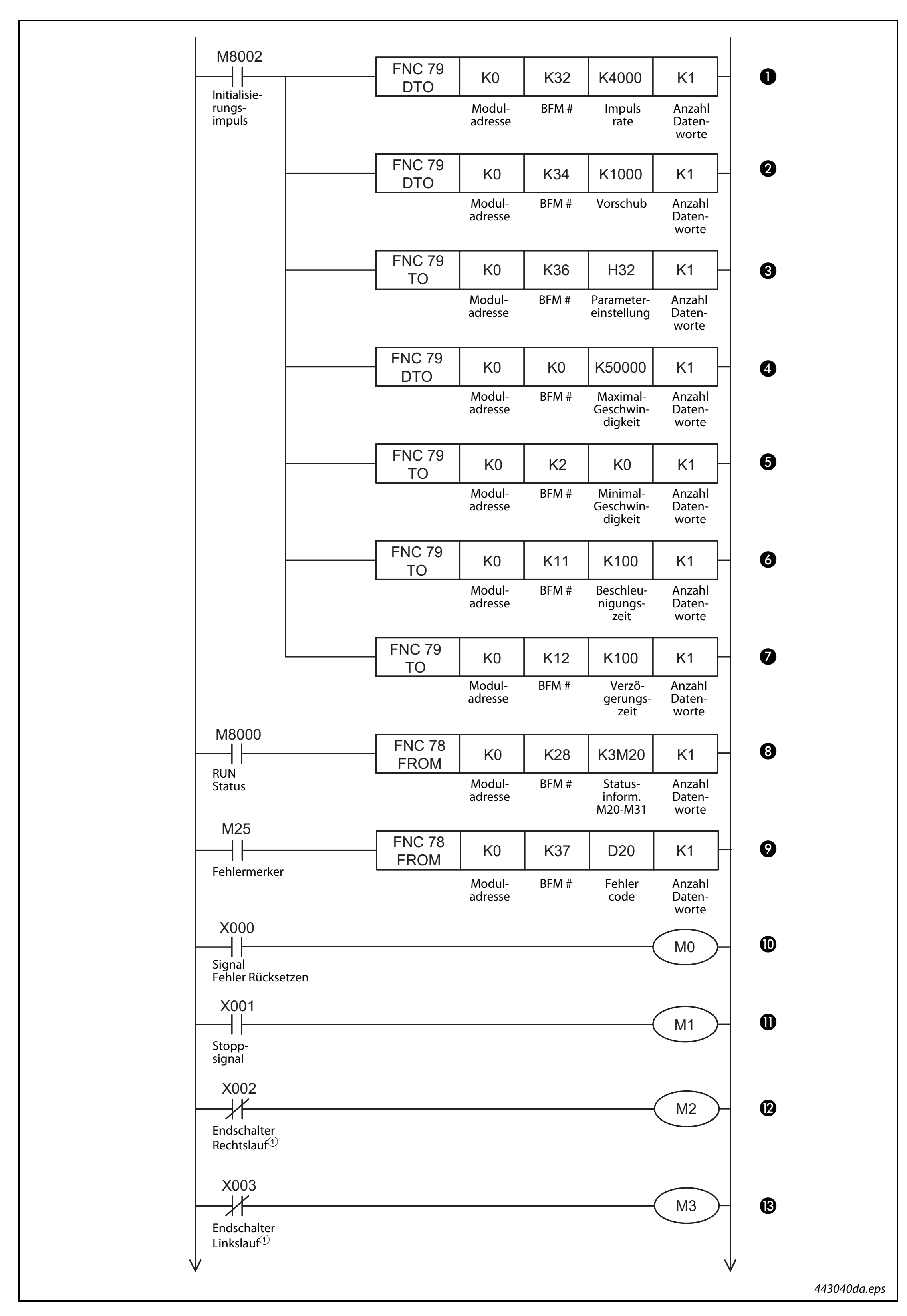


***Abb. 4-26:** Kontaktplan des Programmbeispiels (1)*

① Die Endschalter für Rechts- und Linkslauf müssen so verdrahtet sein, dass sie im Normalbetrieb eingeschaltet sind (Öffner).

Wenn einer der beiden Endschalter abschaltet, weil das Werkstück den Endschalter passiert, schalten M2 oder M3 ein und der Betrieb wird gestoppt.

Nummer	Beschreibung
❶	Die Impulsrate wird auf 4 000 Impulse pro Umdrehung eingestellt [K4000 → #1, #0].
❷	Der Vorschub wird auf 1 000 µm pro Umdrehung eingestellt [K1000 → #35, #34].
❸	Das Einheitensystem wird auf (µm × 10^3 = mm), kombiniertes System eingestellt [H32 → #36].
❹	Die maximale Geschwindigkeit wird auf 50 kHz eingestellt [K50000 → #1, #0].
❺	Die minimale Geschwindigkeit wird auf 0 Hz eingestellt [K0 → #2].
❻	Die Beschleunigungszeit wird auf 100 ms eingestellt [K100 → #11].
❼	Die Verzögerungszeit wird auf 100 ms eingestellt [K100 → #12].
❽	Die Statusinformation wird gelesen [#28 → K3M20]
❾	Der Fehlercode wird gelesen [#37 → D20]
❿	Der Eingang für das Rücksetzen des Fehlers wird gelesen.
⓫	Der Eingang für das Stopp-Signal wird gelesen.
⓬	Der Endschalter für Rechtslauf wird abgefragt.
⓭	Der Endschalter für Linkslauf wird abgefragt.

Tab. 4-19: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-26 (1)*

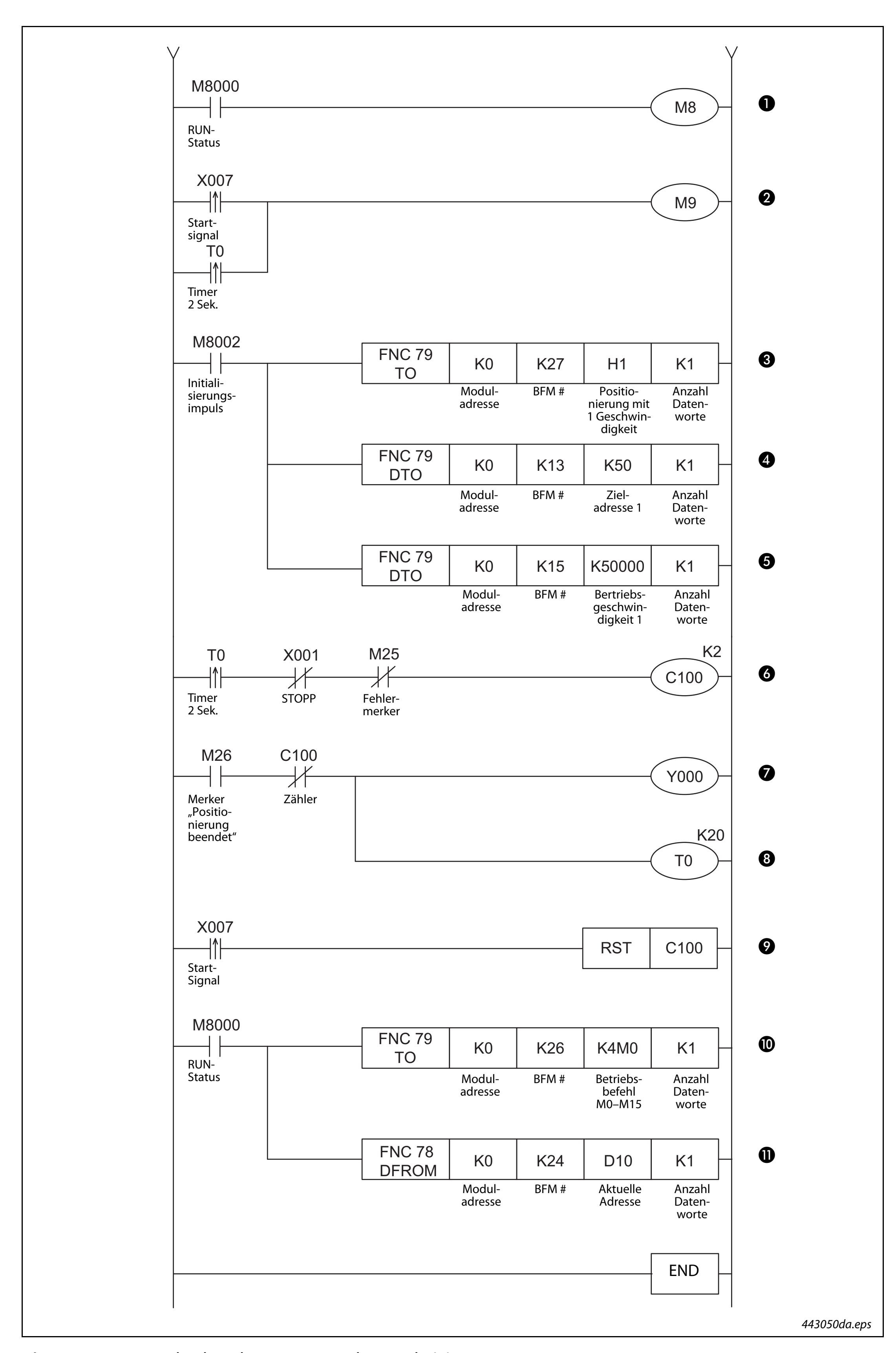


Fig. 4-26: *Kontaktplan des Programmbeispiels (2)*

Nummer	Beschreibung
❶	Die relative Positionierung wird eingestellt.
❷	Mit dem Eingang X007 oder dem Timer wird die Positionierung gestartet.
❸	Es wird die Positionierung mit einer Geschwindigkeit eingestellt [H1 → #27].
❹	Die Zieladresse 1 wird auf 50 eingestellt [K50 → #14, #13].
❺	Die Betriebsgeschwindigkeit 1 wird auf 50 kHz eingestellt [K50000 → #16, #15].
❻	Bei vorliegender Eingangsbedingung zählt der Zähler C100 zwei mal (K2).
❼	Über den Ausgang Y000 wird die Meldeleuchte eingeschaltet.
❽	Mit K20 ist die Timereinstellung 2 Sekunden (20 × 100 ms = 2 000 ms).
❾	Mit ansteigender Flanke des Starteingangs X007 wird der Zähler C100 zurück gesetzt.
❿	Die Betriebskommandos werden in das Modul FX2N-10PG geschrieben [K4M0 → #26].
⓫	Die aktuelle Positionsadresse in mm wird ausgelesen [#25, #25 → D11, D10].

Tab. 4-19: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-26 (2)*

4.5 Positionierung mit dem Modul FX2N-10/20GM

Die Positioniermodule FX2N-10GM und FX2N-20GM haben den Vorteil, dass sich damit ein Positioniersystem auch ohne eine SPS aufbauen lässt. Als Stand-Alone-System verfügen die Module über eine eigene Programmiersprache, eigene Spannungsversorgung und eigene Ein- und Ausgänge. Andererseits können Sie auch zusammen mit einer SPS betrieben werden. Daher eigenen sich die Module mit und ohne SPS zur Steuerung logischer Abläufe und zur Positionierung.

Weitere Informationen zur Positionierung mit den Modulen FX2N-10GM und FX2N-20GM finden Sie in:

- MELSEC Bedienungsanleitung Positioniermodul FX2N-10GM/FX2N-20GM – Art.-Nr.: 152597

Es wird vorausgesetzt, dass Sie das o. a. Handbuch gelesen und verstanden haben oder darauf zugreifen können.

4.5.1 Einführung

Neben der Eigenschaft, als eigenständige Steuerung zu arbeiten, bieten die Module FX2N-10GM (1-Achsen-Positionierung) und FX2N-20GM (2-Achsen-Positionierung) auch die Möglichkeit, sie als Sondermodule mit einer SPS der Serie FX2N(C) oder FX3U(C) zu kombinieren. Der Datenaustausch erfolgt über bestimmte Adressen des Pufferspeichers des Positioniermoduls. Die Adressen überlappen sich mit bzw. ersetzen die Sondermerker und Sonderregister der Module FX2N-10GM und FX2N-20GM. Ein Vorteil bei der Kombination der Module mit einer SPS ist die zur Verfügung stehende Tabellenfunktion, bei der in einer Tabelle bis zu 100 verschiedene Positioniervorgänge für eine zyklische Abarbeitung abgelegt werden können.

Die Module liefern am Ausgang ein Impulskettensignal mit einer maximalen Frequenz von 200 kHz (200 000 Impulse pro Sekunde) um Schrittmotoren oder Servomotoren zu steuern. Damit steht die gleiche Geschwindigkeit zur Verfügung, wie sie von den High-Speed-Adaptermodulen der FX3U-Serie geliefert werden, mit Ausnahme der von den Modulen FX2N-10GM und FX2N-20GM verwendeten Open-Collector-Ausgänge anstelle von Differential-Treibern.

Die Module verfügen neben den Standardfunktionen zur Positionierung mit ein oder zwei Geschwindigkeiten zusätzlich über die Nullpunktfahrt zu einer bestimmten Adressposition ohne einen Näherungsschalter. Diese Funktion ist einzigartig, da sie mit keiner anderen Steuerung der FX-Serie zur Verfügung steht.

	FX2N-10GM	FX2N-20GM
Ein-/Ausgänge	4 Eingänge, 6 Ausgänge	8 Eingänge, 8 Ausgänge
E/A-Erweiterung	—	48 zusätzliche E/As
Speicher	E²PROM	Internes RAM (batteriegepuffert) (Optionales E²PROM Speichermodul)
Programm-kapazität	3,8 kSchritte	7,8 kSchritte
Tabellenfunktion	✔	—
Anschlüsse	CON1: Eingangsbeschaltung und E/A CON2: Achse 1	CON1: E/A CON2: Eingangsbeschaltung CON3: Achse 1 CON4: Achse 2

Tab. 4-20: *Gegenüberstellung von FX2N-10GM und FX2N-20GM*

4.5.2 Positionierung mit dem FX2N-20GM über eine spezielle Programmiersprache

Das folgende Programmbeispiel für das Positioniermodul FX2N-20GM mit zwei Achsen wird mit der Software FX-PCS-VPS/WIN-E erstellt. Diese Software, die auch mit VPS bezeichnet wird, dient zur Erstellung der Positionierparameter und zur Festlegung der Positionen. Die Darstellung der einzelnen Schritte erfolgt grafisch als Ablaufdiagramm und zur Überwachung kann eine Oberfläche mit anwenderspezifischen Objekten erstellt werden.

Zum Test der Funktionen mit dem FX2N-20GM sind kein Antrieb (z. B. ein Servoverstärker) und keine SPS erforderlich. Informationen zu den notwendigen Verbindungskabeln zu einem Personal Computer sind in der Bedienungsanleitung des Positioniermoduls FX2N-20GM zu finden.

Zielsetzung

In diesem Beispiel erfolgt die Positionierung mit dem FX2N-20GM mit einer Geschwindigkeit, linearer Interpolation und Kreisinterpolation.

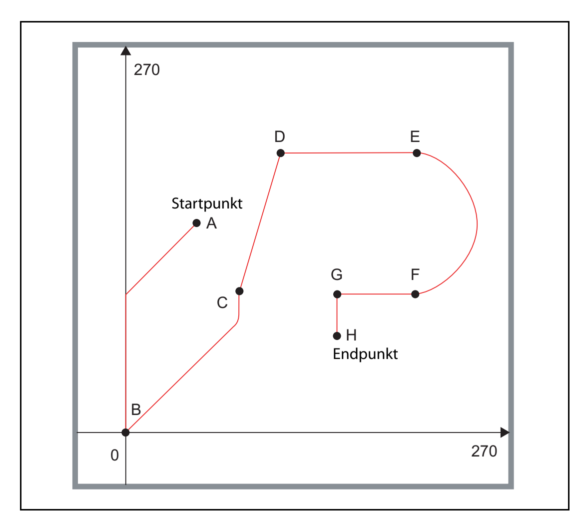


Abb. 4-27: *Verfahrweg*

452010da.eps

Position	Koordinate	Beschreibung
A	(X, Y)	Startpunkt (dieser Punkt kann irgendwo sein)
B	(0, 0)	Zum Nullpunkt verfahren und zwei Sekunden warten
C	(80, 100)	Ausgang Y0 einschalten und zwei Sekunden warten
D	(110, 200)	—
E	(200, 200)	—
F	(200, 100)	—
G	(150, 100)	Ausgang Y0 ausschalten und zwei Sekunden warten
H	(150, 70)	Endpunkt

Tab. 4-21: *Ablaufdetails*

Der Ausgang Y0 repräsentiert einen Schreiber oder ein anderes aktivierbares Werkzeug.

Beschreibung der einzelnen Verfahrabschnitte:

- (A nach B) – Rückkehr zum elektrischen Nullpunkt
- (B nach C) – Positionierung mit hoher Geschwindigkeit
- (C nach D) – Lineare Interpolation
- (D nach E) – Positionierung mit hoher Geschwindigkeit
- (E nach F) – Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
- (F nach G) – Positionierung mit hoher Geschwindigkeit
- (G nach H) – Positionierung mit hoher Geschwindigkeit

Der Einstieg in die Software FX-PCS-VPS/WIN-E

Starten Sie das Programm und öffnen Sie eine neue Datei. Wählen Sie ***FX(2N)/E-20GM with simultaneous 2 axis*** aus. Mit dieser Einstellung stehen im Ablaufdiagramm sowohl die lineare als auch die Kreisinterpolation zur Verfügung.

Nehmen Sie sich etwas Zeit, um mit der Bedienoberfläche und den einzelnen Menüs der Software vertraut zu werden. Die Schaltflächen ***Flow***, ***Code*** und ***Func*** auf der linken Seite der Oberfläche werden benötigt, um die darunter liegenden Funktionselemente in das Fenster für das Ablaufdiagramm zu platzieren. Klicken Sie dazu einmal auf eines der Funktionselemente und platzieren Sie es durch Anklicken in das Ablaufdiagrammfenster. Ist das Element einmal im Ablaufdiagrammfenster vorhanden, kann es mit der Maus zu einer beliebigen Stelle innerhalb des Fensters gezogen werden. Die einzelnen Funktionselemente werden mit dem Verbindungswerkzeug miteinander verknüpft.

Erzeugen eines Ablaufdiagramms

Das Ablaufdiagramm auf der folgenden Seite zeigt das Prinzip der Positionierung mit dem Positioniermodul FX2N-20GM. Da das Programm ohne einen mechanischen Plotter erstellt wurde, ist ein elektrischer Nullpunkt als Referenz erforderlich.

Erstellen Sie das Ablaufdiagramm in der VPS-Software mit Hilfe der Schaltflächen ***Code*** und ***Func*** genau so, wie es im nachfolgenden Beispiel dargestellt ist.

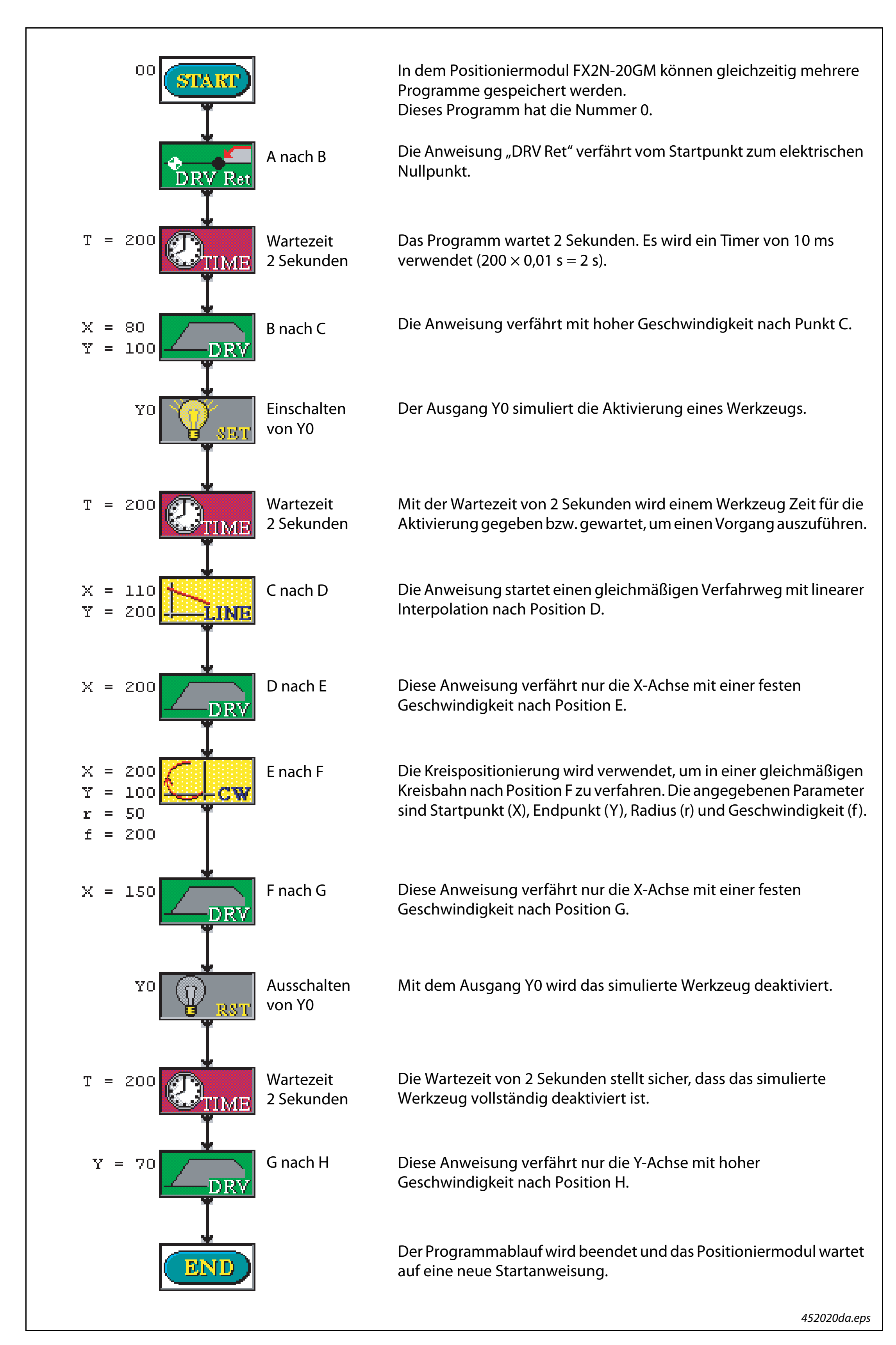


Abb. 4-28: *Ablaufdiagramm des Verfahrwegs in Abb. 4-27*

Erstellung des Dialogfensters zu Überwachung

Mit dem Dialogfenster zur Überwachung kann unter anderem die aktuelle Position der X- und Y-Achse numerisch und als Verfahrwegzeichnung dargestellt werden. Alle Schaltflächen und Elemente des Dialogfensters können über den Punkt ***Insert*** des Hauptmenüs eingefügt werden. Erstellen Sie das Dialogfenster so, wie nachfolgend dargestellt.

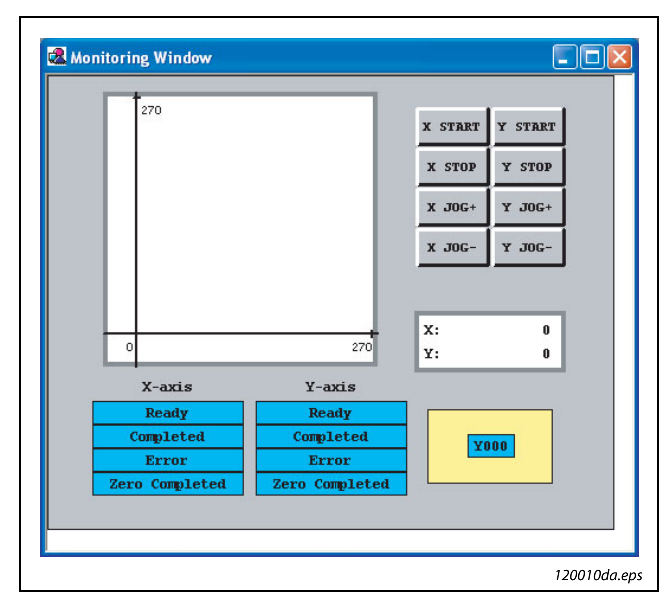


Abb. 4-29: *Dialogfenster zur Überwachung (**Monitoring Window**)*

Punkte des Menüs *Insert* und der Werkzeugleiste	Beschreibung	
Current Position	Hiermit wird die aktuelle Position der X- und Y-Achse während der Positionierung angezeigt.	
Plotting	Hiermit wird eine Grafik erzeugt, die den Verfahrweg der X- und Y-Achse innerhalb des Koordinatensystems nachzeichnet. Durch einen Doppelklick in das Grafikfenster wird der Vergrößerungsfaktor eingestellt.	
Device Status	Hiermit wird der Status eines Operanden angezeigt. Wählen Sie Y0 und 1 Adresse aus.	
Rectangle	Betätigen Sie die Rechteckschaltfläche (***Rectangle***) in der oberen Werkzeugleiste① und erzeugen Sie ein Rechteck um Y000 herum. Ist das Rechteck ausgewählt, kann die Hintergrundfarbe durch Betätigung der Taste ***B*** (Pinselfarbe) geändert werden.	
Manual Operation	**X-Achse**	**Y-Achse**
	Start	***Start***
	Stop	***Stop***
	+ Jog	***+ Jog***
	– Jog	***– Jog***
FX-GM Status	Hiermit wird automatisch der Status der Positionieroperationen angezeigt.	

Tab. 4-22: *Menü **Insert** und Werkzeugleiste*

① Ist die Rechteckschaltfläche nicht sichtbar, so ist möglicherweise die Werkzeugleiste nicht aktiviert. Betätigen Sie das Menü ***View*** und aktivieren Sie den Unterpunkt ***Drawing Toolbar***.

Einstellung der Parameter

Zusätzlich zum Programm müssen für das Positioniermodul FX2N-20GM Parameter eingestellt werden. In diesem Beispiel sind es nur wenige Parameter. Beim Einsatz anderer Geräte, wie beispielsweise eines mechanischen Plotters mit XY-Tisch, müssen die Parameter entsprechend angepasst werden. Die Einstellungen hängen vom speziellen Plotter-Modell ab und sind den technischen Unterlagen des Plotters zu entnehmen.

Nachfolgend sehen Sie die vier Dialogfenster der Positionierparameter in VPS. Alle Einstellungen der beiden Dialogfenster für die X-Achse sollten auch für die Y-Achse kopiert werden.

① Betätigen Sie im Hauptmenü den Punkt ***Parameters*** und dann die Unterpunkte ***Positioning*** und ***Units***.

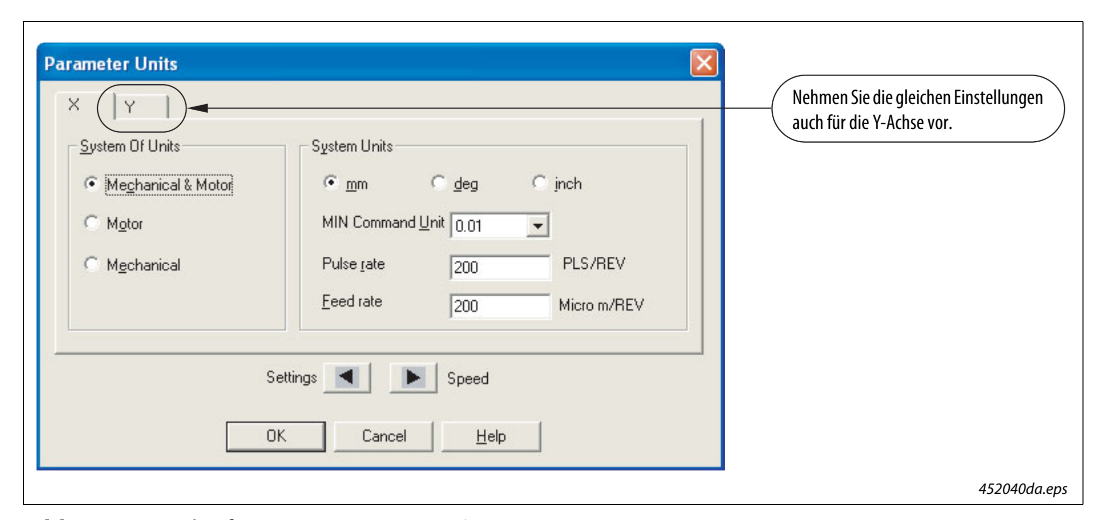


Abb. 4-30: *Dialogfenster* ***Parameter Units***

② Betätigen Sie im Hauptmenü den Punkt ***Parameters*** und dann die Unterpunkte ***Positioning*** und ***Speed***.

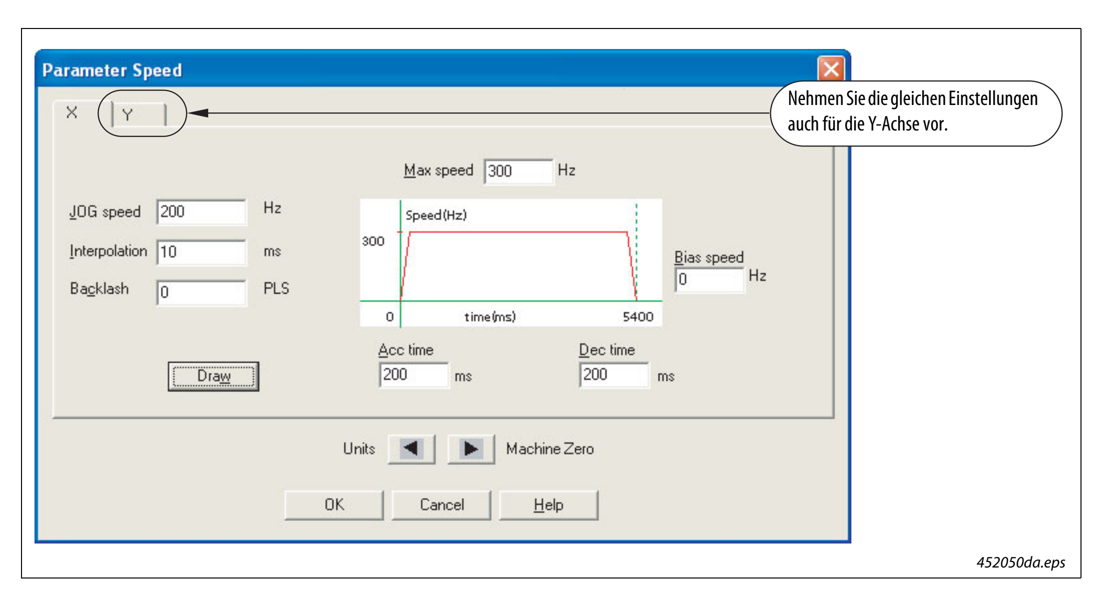


Abb. 4-31: *Dialogfenster* ***Parameter Speed***

Der Wert für die maximale Geschwindigkeit (***Max speed***) ist hier sehr klein gewählt, da der Verfahrweg im Dialogfenster zur Überwachung von der VPS-Software nachverfolgbar sein soll. Gleichzeitig muss der Einstellwert für die JOG-Geschwindigkeit (***JOG speed***) und die ***Interpolation*** verringert werden. In der Praxis ist es aber möglich, die JOG-Geschwindigkeit höher als die maximale Geschwindigkeit einzustellen.

③ Betätigen Sie im Hauptmenü den Punkt ***Parameters*** und dann die Unterpunkte ***Positioning*** und ***Machine Zero***.

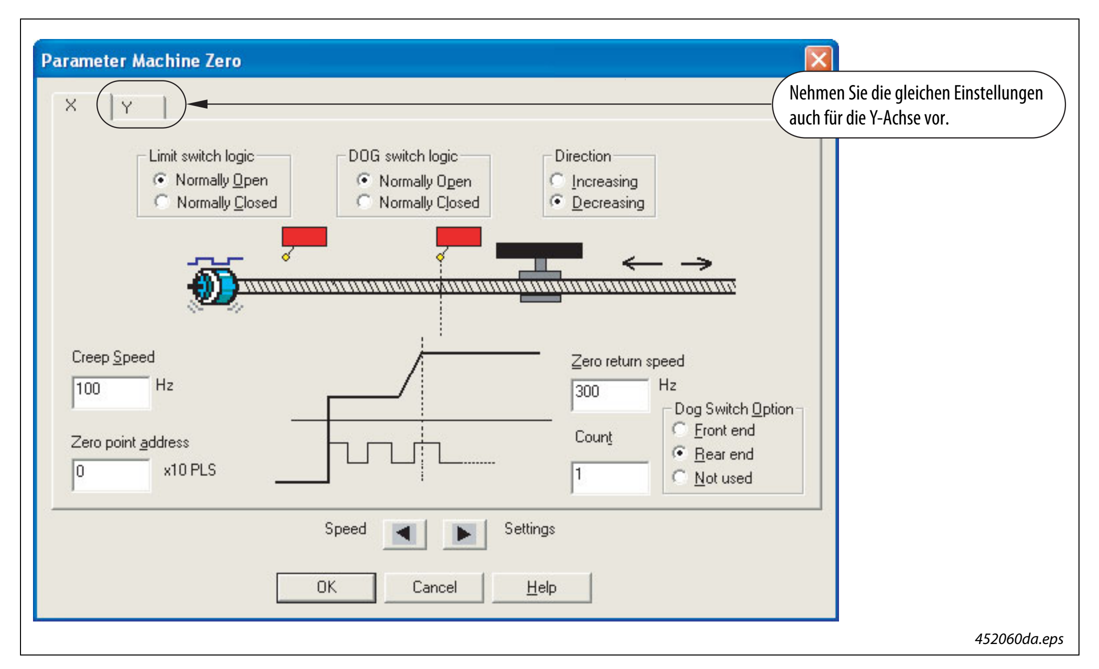


Abb. 4-32: *Dialogfenster* ***Parameter Machine Zero***

Es ist in diesem Beispiel nicht notwendig, die Endschalter (limit switch) und Näherungsschalter (DOG switch) zu konfigurieren, da an das Positioniermodul FX2N-20GM keine Hardware angeschlossen ist. Allerdings müssen die Kriechgeschwindigkeit (Creep speed) und die Nullpunktgeschwindigkeit (Zero return speed) verringert werden.

④ Betätigen Sie im Hauptmenü den Punkt ***Parameters*** und dann die Unterpunkte ***Positioning*** und ***Settings***.

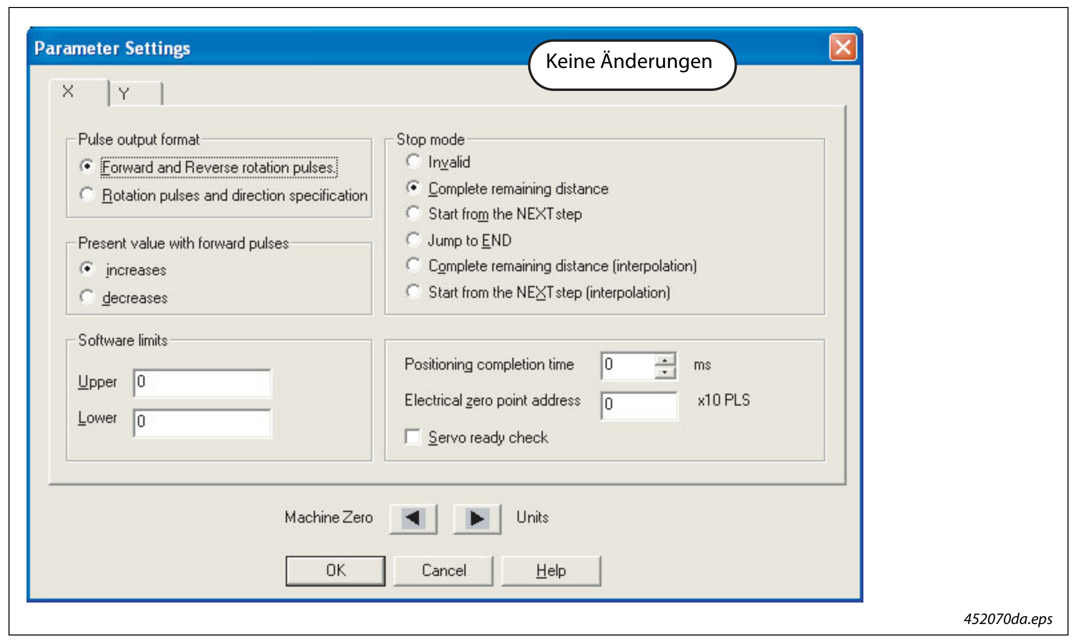


Abb. 4-33: *Dialogfenster* ***Parameter Settings***

In diesem Dialogfenster müssen keine Änderungen vorgenommen werden. Bei Anschluss eines mechanischen Plotters sind diese Einstellungen von Bedeutung.

4.5.3 Test- und Überwachungsfunktionen

Nach der zuvor beschriebenen Einstellung der Parameter und Festlegung des Verfahrwegs kann der Test erfolgen.

Prüfen Sie zuerst, ob das Positioniermodul FX2N-20GM mit dem angeschlossenen Computer Daten austauscht. Betätigen Sie dazu im Hauptmenü den Punkt ***FX-GM*** und dann den Unterpunkt ***ComPort*** und die Schaltfläche ***Test***. Überzeugen Sie sich zuvor, dass der Schalter AUTO/MANU auf der Frontseite der Positioniermoduls auf der Position ***MANU*** steht.

Zum Laden des Projekts in das Positioniermodul betätigen Sie im Hauptmenü den Punkt ***FX-GM*** und dann den Unterpunkt ***Write to Controller***. Das Programm wird in das Positioniermodul übertragen, nachdem Sie die Schaltfläche ***Write after saving file*** betätigt haben.

① Betätigen Sie in der Werkzeugleiste die Schaltfläche ***Monitor*** um die Überwachung zu starten. Ist die Schaltfläche ***Monitor*** nicht sichtbar, so ist möglicherweise die Werkzeugleiste nicht aktiviert. Betätigen Sie das Menü ***View*** und aktivieren Sie den Unterpunkt ***FM-GX Toolbar***.

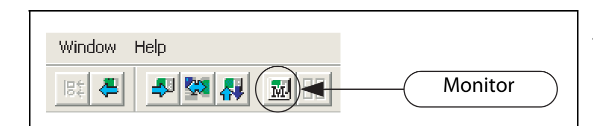


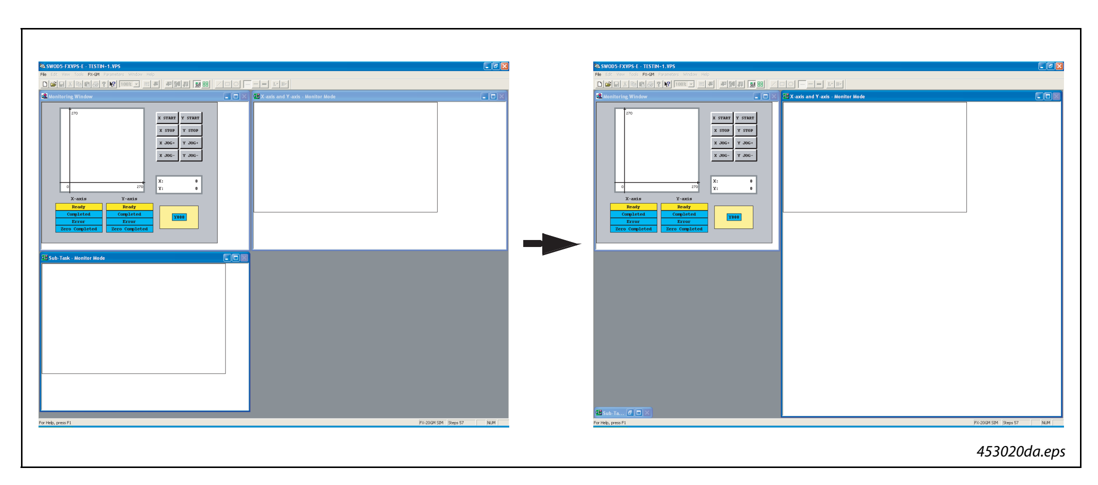
Abb. 4-34: *FM-GX Toolbar*

453010da.eps

Der Überwachungsmodus startet mit drei Dialogfenstern:

Monitoring window	***X-axis and Y-axis – Monitor Mode***	***Sub-Task – Monitor Mode***
Das Dialogfenster zur Überwachung ist bereits zuvor erzeugt worden. (Siehe Seite 4-56)	Zuerst ist dieses Fenster leer. Sobald das Programm gestartet wird, erscheint hier das Ablaufdiagramm. Jede Positionieroperation wird während der Ausführung rot gekennzeichnet.	Dieses Dialogfenster dient zur Darstellung von Unterprogrammen, die hier nicht verwendet werden. Zur besseren Nutzung der Bildschirmfläche kann dieses Fenster hier minimiert werden.

② Passen Sie die Größe der Dialogfenster ***Monitoring window*** und ***X-axis and Y-axis – Monitor Mode*** an, nachdem Sie das Dialogfenster ***Sub-Task – Monitor Mode*** minimiert haben.



453020da.eps

Abb. 4-35: *Anpassung der Dialogfenster*

Vor dem Starten muss der Startpunkt eingestellt werden. Dies kann über Betätigung der Schaltflächen ***X JOG+*** und ***Y JOG-*** oder durch Doppelklick in das Fenster der aktuellen Position (X:0, Y:0) erfolgen.

③ Doppelklicken Sie in das Fenster der aktuellen Position und geben Sie den Startpunkt ein.

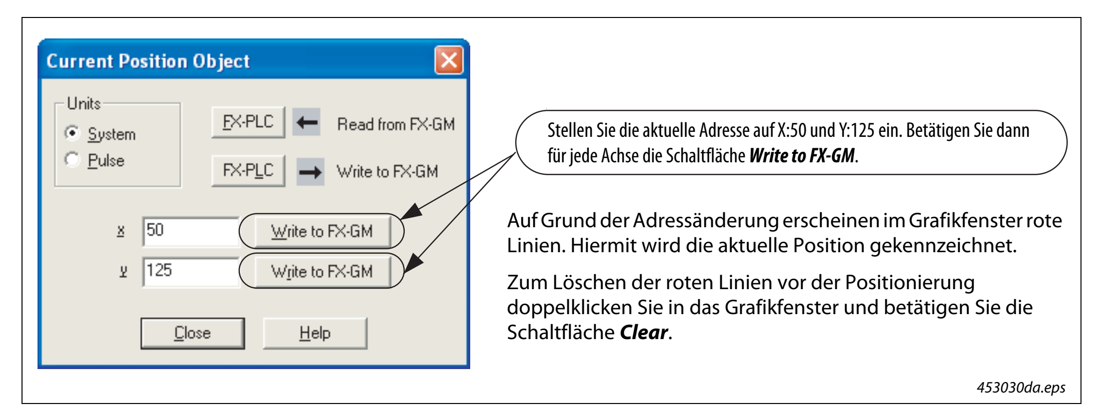


Abb. 4-36: *Dialogfenster* ***Current Position Object***

④ Stellen Sie den Schalter AUTO/MANU an der Vorderseite des Positioniermoduls auf die Position ***AUTO***.

⑤ Betätigen Sie im Dialogfenster ***Monitoring Window*** entweder die Schaltfläche ***X START*** oder ***Y START***.

Der Positionierablauf startet und der dargestellte grafische Ablauf sollte der nachfolgenden Abbildung entsprechen.

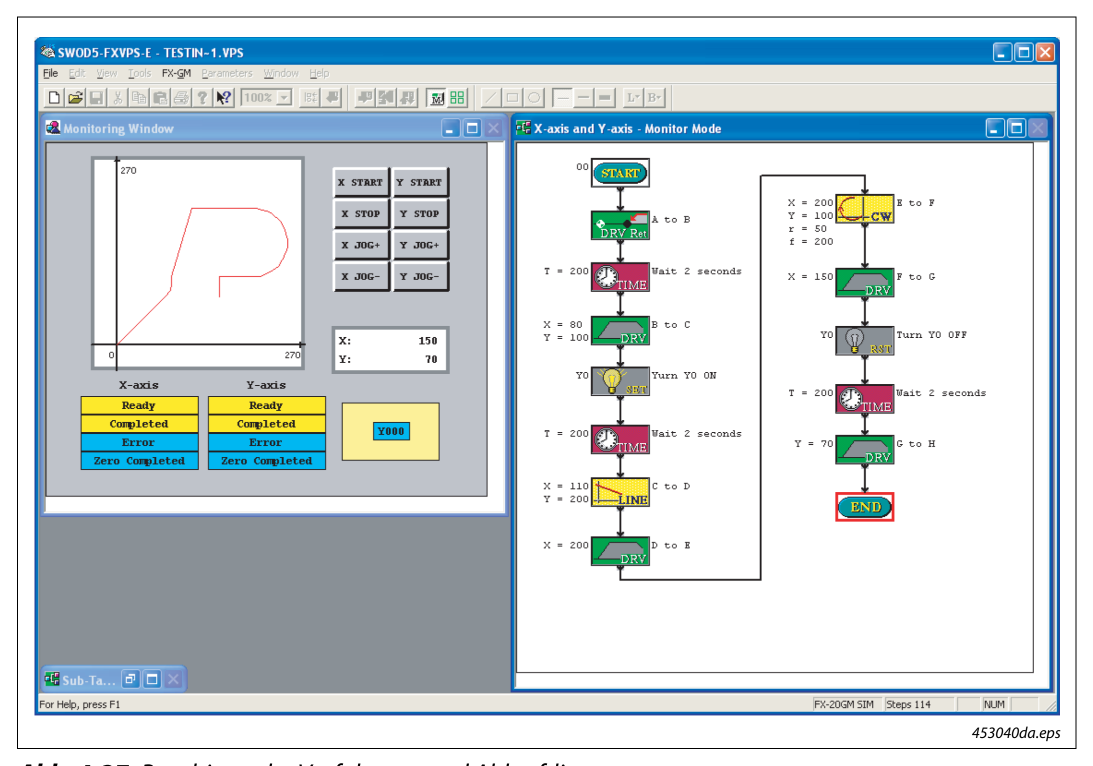


Abb. 4-37: *Resultierender Verfahrweg und Ablaufdiagramm*

⑥ Zum erneuten Starten des Programms definieren Sie entweder eine neue Startposition oder halten Sie die aktuelle Position bei, löschen die grafischen Ausgabefenster und betätigen erneut die Schaltfläche ***X START*** oder ***Y START***.

Sollte Ihr aktueller Ablauf nicht der obigen Abbildung entsprechen, so vergleichen Sie das Ablaufdiagramm ihres erstellten Programms mit den Vorgaben in Abschnitt 4.5.2 (Erzeugen eines Ablaufdiagramms).

4.6 Positionierung mit dem Modul FX3U-20SSC-H

Die SPS der Serie FX3U(C) unterstützen die Anbindung an das Sondermodul FX3U-20SSC-H, welches das auf optischer Glasfasertechnik basierende Servo-Netzwerk SSCNET III (**S**ervo **S**ystem **C**ontroller **Net**work) von MITSUBISHI nutzt und zwei Achsen steuern kann.

Weitere Informationen zur Positionierung mit dem Modul FX3U-20SSC-H finden Sie in:

- Bedienungsanleitung zum Positioniermodul FX3U-20SSC-H – Art.-Nr. 212621
- Bedienungsanleitung zum FX Configurator-FP

Es wird vorausgesetzt, dass Sie die oben aufgeführten Handbücher gelesen und verstanden haben oder darauf zugreifen können.

4.6.1 Einführung

Der Einsatz einer SPS der Serie FX3U in Kombination mit dem Modul FX3U-20SSC-H und zwei Servoverstärkern der Serie MR-J3-B ergibt eine High-Speed-Positionierung mit einer Impulsausgabe von bis zu 50 000 000 Impulsen pro Sekunde (50 MHz) mit je zwei Achsen. Die Motoren, die zum Servoverstärker MR-J3-B kompatibel sind, haben eine maximale Nenndrehzahl von 6 000 Umdrehungen pro Minute. Daraus ergibt sich für das Modul FX3U-20SSC-H eine maximale steuerbare Geschwindigkeit von:

$$6\,000\ \frac{\text{U}}{\text{min}} \times 262\,144\ \frac{\text{Impulse}}{\text{U}} \times \frac{1}{60} = 26\,214\,400\ \frac{\text{Impulse}}{\text{sek}}$$

Merkmale des FX3U-20SSC-H	Vorteile
Bidirektionale Kommunikation	Die SPS kann mit dem Servoverstärker zur Überwachung des Drehmoments, der Servo-Status-Register, der Servoparameter und der Absolutwertpositionsdaten über SSCNET III Daten austauschen
Verdrahtung	Einfache und sichere Verdrahtung und Inbetriebnahme
	Hohe Festigkeit gegenüber elektromagnetischen Störungen.
	Große Verkabelungsabstände (50 m).
Software	Einfache Einstellung von Parametern und Tabellendaten (bis zu 300 Tabellenfunktionen pro Achse).
	Viele einfach anzuwendende Überwachungs- und Testfunktionen

Tab. 4-23: *Merkmale und Vorteile des FX3U-20SSC-H*

Über das interne Flash-EEPROM kann das Modul permanet Daten in einem nicht flüchtigen Speicher behalten. Bei jedem Einschalten werden die Daten aus dem Flash-Speicher in den Pufferspeicher des Moduls FX3U-20SSC-H geladen, was Vorteile für Anwendungen bietet, bei denen Standarddaten automatisch geladen werden müssen. Dadurch ist zur Erstellung von Parametern und Tabellendaten kein SPS-Programm mehr nötig, was die Komplexität und den Umfang von Kontaktplänen erheblich verringert.

Das Modul FX3U-20SSC-H besitzt eigene Eingänge zum Anschluss von Handrädern und verschiedenen Schaltern, wie Startschalter, Näherungsschalter und Endschalter. Diese Eingänge unterstützen die Steuerungsfunktionen und machen Anweisungen, wie Interrupt 1-Geschwindigkeitspositionierung mit konstanter Vorschubrate und mechanische Nullpunktfahrt über Näherungsschalter erst möglich.

4.6.2 Inbetriebnahme des Moduls FX3U-20SSC-H mit Applikationssoftware

In dem Beispiel wird für die Positionierung mit zwei Achsen über die XY-Tabellenfunktion ein Modul FX3U-20SSC-H und die Software FX Configurator-FP eingesetzt. Die Software FX Configurator FP dient zur Definition der Servo- und Positionierparameter und der Tabelleninformation. Es wird empfohlen, die Software immer dann einzusetzen, wenn es möglich ist, da die Realisation der gleichen Funktionen mit einem Kontaktplanprogramm wesentlich mehr Schritte und Operanden erfordern würde. Das führt zu einem komplexeren Programm und verlängert die Zykluszeit der SPS.

Im Gegensatz zu anderen Positioniermodulen muss das FX3U-20SSC-H zur Positionierung mit einem Servosystem verbunden werden. Die Einzelheiten zur Anbindung an das Servosystem der Serie MR-J3-B entnehmen Sie bitte den entsprechenden Bedienungsanleitungen des Servoverstärkers.

Parametereinstellung

Prüfen Sie vor zuerst die Verbindung zwischen SPS und Personalcomputer auf Funktion, bevor Sie beginnen, Positionier- und Servoverstärkerparameter einzustellen. Da bei diesem Beispiel in der SPS keine Kontaktplanlogik abläuft, stellen Sie den Schalter RUN/STOP der SPS auf ***STOP*** ein.

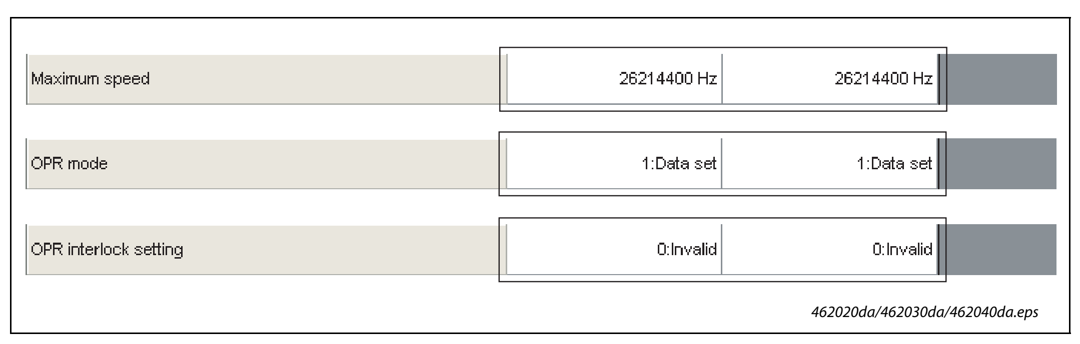
① Öffnen Sie im GX Configurator-FP eine neue Datei, in dem Sie die Schaltfläche ***Neu*** betätigen.

② Erweitern Sie auf der linken Seite des Bildschirms den Verzeichnisbaum in der Dateiliste durch Doppelklicken auf ***Unset file / FX3U-20SSC-H***, ***Edit*** und dann ***Monitor***.

③ Betätigen Sie die Menüpunkte ***Online***, ***Connection setup*** und ***Comm. Test***.
Prüfen Sie, ob der Datenaustausch zwischen den Geräten korrekt statt findet.

④ Zum Anpassen der Positionierparameter klicken Sie in dem Menü ***File data list*** auf der linken Seite des Bildschirms doppelt auf ***Positioning parameters***.

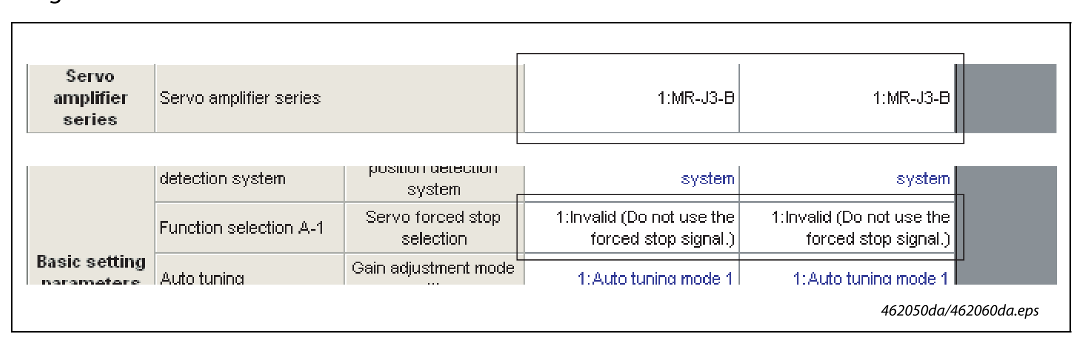
Stellen Sie die Punkte, die in der Spalte ***Items*** stehen, für die X- und Y-Achse so ein, wie nachfolgend dargestellt.



462020da/462030da/462040da.eps

⑤ Klicken Sie in dem Menü auf der linken Seite des Bildschirms zum Anpassen der Servoparameter doppelt auf ***Servo parameters***.

Stellen Sie die Punkte, die in der Spalte ***Kind*** stehen, für die X- und Y-Achse so ein, wie nachfolgend dargestellt.



462050da/462060da.eps

Erzeugung der XY-Achsendaten für die Tabellenfunktion

Klicken Sie im Menü ***File data list*** auf der linken Seite des Bildschirms zur Erstellung der Tabellendaten doppelt auf ***XY-axis Table information***. Maximieren Sie das Eingabefenster und geben Sie die folgenden Daten ein.

Nr.	Anweisung	Adresse x: [Impulse] y: [Impulse]	Geschwindigkeit fx: [Hz] fy: [Hz]	Kreismittelpunkt i: [Impulse] j: [Impulse]	Zeit [10ms]	Sprung-Nr.	m-Code
0	Festlegung der inkrementalen Adresse	—	—	—	—	—	-1
		—	—	—			
1	X-Achsenpositionierung mit einer Geschwindigkeit	20 000 000	10 000 000	—	—	—	-1
		—	—	—			
2	Y-Achsenpositionierung mit einer Geschwindigkeit	—	—	—	—	—	-1
		2 000 0000	10 000 000				
3	XY-Achsenpositionierung mit einer Geschwindigkeit	5 000 000	2 000 000	—	—	—	-1
		-5 000 000	2 000 000	—			
4	Kreisinterpolation (Mittelpunkt, im Uhrzeigersinn)	0	15 000 000	5 000 000	—	—	-1
		0	—	5 000 000			
5	Verweilzeit	—	—	—	30	—	-1
		—	—	—			
6	XY-Achsenpositionierung mit zwei Geschwindigkeiten	10 000 000	10 000 000	—	—	—	-1
		-10 000 000	10 000 000	—			
7	XY-Achsenpositionierung mit zwei Geschwindigkeiten	-10 000 000	10 000 000	—	—	—	—
		10 000 000	10 000 000	—			
8	Verweilzeit	—	—	—	30	—	-1
		—	—	—			
9	XY-Achsenpositionierung mit zwei Geschwindigkeiten	10 000 000	10 000 000	—	—	—	-1
		-10 000 000	10 000 000	—			
10	XY-Achsenpositionierung mit zwei Geschwindigkeiten	-10 000 000	10 000 000	—	—	—	—
		10 000 000	10 000 000	—			
11	Verweilzeit	—	—	—	30	—	-1
		—	—	—			
12	Kreisinterpolation (Mittelpunkt, entgegen dem Uhrzeigersinn)	0	7 000 000	5 000 000	—	—	-1
		0	—	5 000 000			
13	Verweilzeit	—	—	—	30	—	-1
		—	—	—			
14	XY-Achsenpositionierung mit zwei Geschwindigkeiten	10 000 000	15 000 000	—	—	—	-1
		5 000 000	7 500 000	—			
15	XY-Achsenpositionierung mit zwei Geschwindigkeiten	-50 00 000	7 500 000	—	—	—	—
		-10 000 000	15 000 000	—			
16	Verweilzeit	—	—	—	30	—	-1
		—	—	—			
17	Lineare Interpolation	20 000 000	26 214 400	—	—	—	-1
		-20 000 000	—	—			
18	Verweilzeit	—	—	—	150	—	-1
		—	—	—			
19	Bedingter Sprung	—	—	—	—	0	—
		—	—	—			
20	Ende	—	—	—	—	—	—

Tab. 4-24: *Tabellenfunktion der XY-Achse*

Daten in das FX3U-20SSC-H übertragen

Die Servoparameter, Positionierparameter und Tabelleninformationen müssen in den Pufferspeicher und das Flash-EEPROM des Positioniermoduls FX3U-20SSC-H geschrieben werden. Betätigen Sie dazu die Schaltfläche ***Write to module***. In dem daraufhin erscheinenden Dialogfenster müssen die entsprechenden Punkte wie nachfolgend dargestellt aktiviert werden. Ändern Sie im Dialogfenster unten rechts den Bereich der Tabelleninformation auf 0–25.

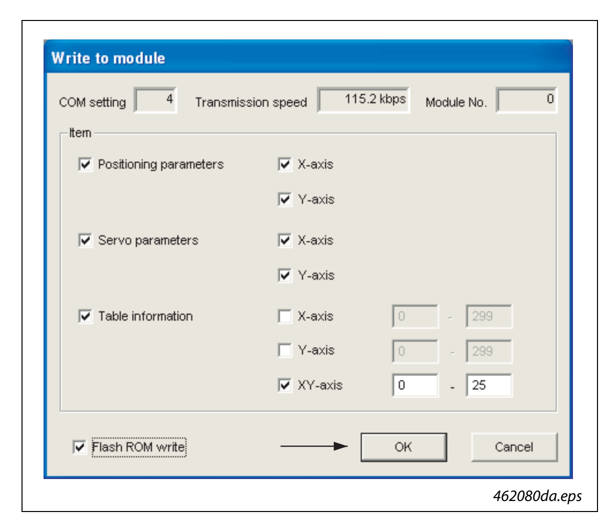


Abb. 4-38: *Dialogfenster **Write to module***

Setzen Sie abschließend das Modul zurück, indem Sie die Schaltfläche ***System reset*** betätigen. Dies dient zur Aktualisierung der Servoparameter.

4.6.3 Test- und Überwachungsfunktionen

Der Testmodus des FX Configurator-FP kann genutzt werden, wenn die SPS gestoppt ist und die Parameter und Tabellenfunktionen im Positioniermodul FX3U-20SSC-H abgespeichert wurden.

① Starten Sie den Testmodus durch Betätigen der Schaltfläche ***Test On/Off***.

② Betätigen Sie die Schaltfläche Operation Test X-axis. Damit öffnet sich das Dialogfenster ***X-axis Operation test***.

③ Wählen Sie im Pull-Down-Menü der X-Achse (***X-axis/Pattern***) den Punkt ***XY-axis table operation*** aus. Betätigen Sie zum Starten der Positionierung die Schaltfläche ***Start***. Beachten Sie, dass der Ablauf von Zeile 0 bis Zeile 20 ständig in einer Schleife wiederholt wird, da die Tabelle einen bedingten Sprung enthält.

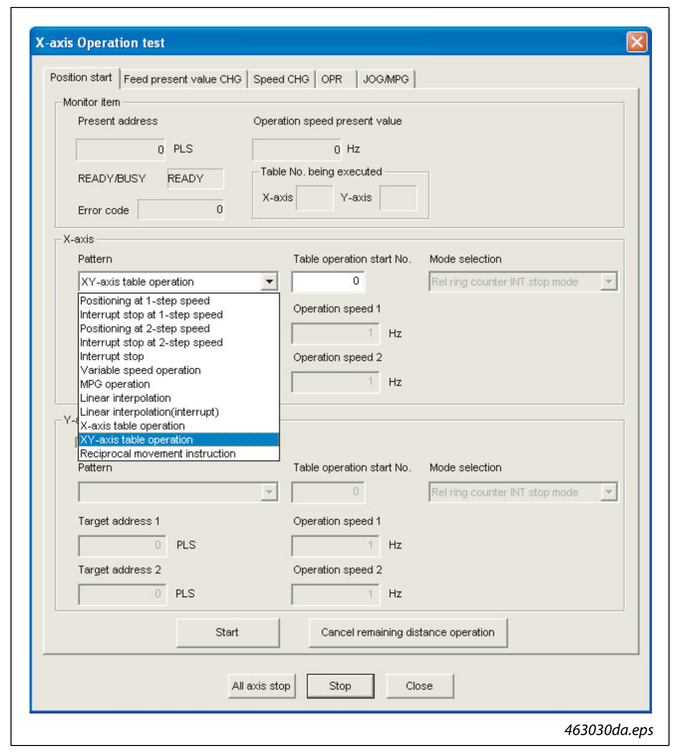


Abb. 4-39: *Dialogfenster* ***X-axis operation test***

④ Betätigen Sie die Schaltfläche ***All axis stop*** oder ***Stop*** zum Anhalten des Ablaufs.

Nach dem Anhalten der Tabellenfunktion können verschiedene andere Positionierfunktion über das Pull-Down-Menü der X-Achse (***X-axis/Pattern***) getestet werden, wie beispielsweise Positionierung mit einer oder zwei Geschwindigkeiten oder lineare Interpolation.

Die anderen Registerkarten des Dialogfensters ***X-axis Operation test*** ermöglichen weitere Steuerfunktionen im Testmodus.

Position start	***Feed present value CHG***	***Speed CHG***	***OPR***	***JOG/MPG***
In diesem Fenster wird die Positionierung ausgeführt. Es werden Zieladresse und Geschwindigkeit festgelegt.	Hier kann die aktuelle Adresse geändert werden.	Die Geschwindigkeit des Motors kann hier über zwei Funktionen geändert werden.	Die Betätigung der Schaltfläche ***REQ. OPR*** löst hier die Nullpunktfahrt aus.	Der JOG-Betrieb und der Betrieb mit dem Handrad können hier getestet werden.

4.6.4 Wichtige Pufferspeicheradressen

Der Pufferspeicher des Positioniermoduls FX3U-20SSC-H teilt sich in fünf separate Datenbereiche auf: Überwachungsdaten, Steuerdaten, Tabellendaten, Positionierparameter und Servoparameter. Die Pufferspeicheradressen beinhalten Bit- oder Wortinformationen, die entweder nur Lesezugriff oder Lese- und Schreibzugriff zulassen. Vergleichbar mit dem Positioniermodul FX2N-10PG wird ein großer Bereich des Pufferspeichers für die Tabellenfunktionen verwendet.

Überwachungsdaten	Steuerdaten	Tabelleninformation	Positionier-parameter	Servoparameter
Überwachung der aktuellen Position, des Status, usw.	Steuerung der Positionierung.	Speicherbereich der Tabellenfunktionen.	Bereich zum Speichern von Parametern, wie max. Geschwindigkeit und von Beschleunigungs-/ Verzögerungszeiten.	Bereich zum Speichern der Einstelldaten für den/die Servoverstärker.

Die folgenden Pufferspeicheradressen werden im Beispielprogramm verwendet. Eine Übersicht aller Pufferspeicheradressen enthält die Bedienungsanleitung des Positioniermoduls FX3U-20SSC-H.

Speicherbereich	Adresse (BFM)	Bezeichnung		Einstellwert	Bemerkung
Überwchungs-daten	#1, #0	Aktuelle Adresse der X-Achse		D1, D0	Impulse
	#101, #100	Aktuelle Adresse der Y-Achse		D101, D100	Impulse
	#28	Statusinformation der X-Achse		D10	—
	#128	Statusinformation der Y-Achse		D110	—
Steuerdaten	#501, #500	Zieladresse 1 der X-Achse		10 000 000	Impulse
	#503, #502	Verfahrgeschwindigkeit 1 der X-Achse		2 000 000	Hz (Impulse/Sek.)
	#518	Ausführungsbefehl 1 der X-Achse		M0–M15	—
		Bit 0	Fehler zurück setzen	M0	X007
		Bit 1	STOPP	M1	X006
		Bit 2	Begrenzung Rechtslauf	M2	X000
		Bit 3	Begrenzung Linkslauf	M3	X010
		Bit 4	JOG-Rechtslauf (+)	M4	X001
		Bit 5	JOG-Linkslauf (–)	M5	X002
		Bit 6	Nullpunktfahrt	M6	X003
		Bit 8	Relative/ absolute Positionierung	M8 (Bit 8 = 1)	Relative Positionierung
		Bit 9	START-Befehl	M9	X004, X005
	#618	Ausführungsbefehl 1 der Y-Achse		M100–M115	—
		Bit 0	Fehler zurück setzen	M100	X007
		Bit 6	Nullpunktfahrt	M106	X003
	#519	Ausführungsbefehl 2 der X-Achse		M20–M35	—
		Bit 4	Positionierparameter aktivieren	M24	X001, X002
	#520	Funktionsauswahl der X-Achse		—	—
		Bit 0	1-Geschwindigkeitspositionierung	H1	X004
		Bit 10	Tabellenfunktion (simultan)	H400	X005
	#521	Startnummer der Tabellenfunktion		0	Tabellenzeile #0
Positionier-parameter	#14013, #14012	JOG-Geschwindigkeit X-Achse		1 000 000	Hz (Impulse/Sek.)

Tab. 4-25: *Pufferspeicher des Moduls FX3U-20SSC-H*

4.6.5 Beispielprogramm

Für die JOG-Positionierung, die 1-Geschwindigkeitspositionierung und die Tabellenfunktion greift das Beispielprogramm auf den Pufferspeicher zu. Die XY-Tabelle aus dem vorhergehenden Abschnitt wird hier verwendet. Für die Parametrierung der Servoverstärker, zur Änderung der maximalen Geschwindigkeit und zur Definition der Nullpunktfahrt sollte das Programm FX Configurator-FP angewendet werden, wie in Abschnitt 4.6.2 beschrieben.

Der Kontaktplan ist mit einer SPS der Serie FX3U(C) und einem Servosystem der Serie MR-J3-B lauffähig. Das Programm kann ohne diese Hardware nicht getestet werden. Die folgenden Eingänge der SPS werden belegt:

Eingänge			
X000	Endschalter Rechtslauf der X-Achse	X005	Startsignal für Tabellenfunktion der XY-Achse
X001	Startsignal zum JOG-Rechtslauf (+) der X-Achse	X006	Stoppsignal
X002	Startsignal zum JOG-Linkslauf (–) der X-Achse	X007	Signal zum Rücksetzen des Fehlers
X003	Startsignal zur Nullpunktfahrt der XY-Achse	X010	Endschalter Linkslauf der X-Achse
X004	Startsignal zur 1-Geschwindigkeitspositionierung der X-Achse	—	—

Tab. 4-26: *Verwendete Eingänge*

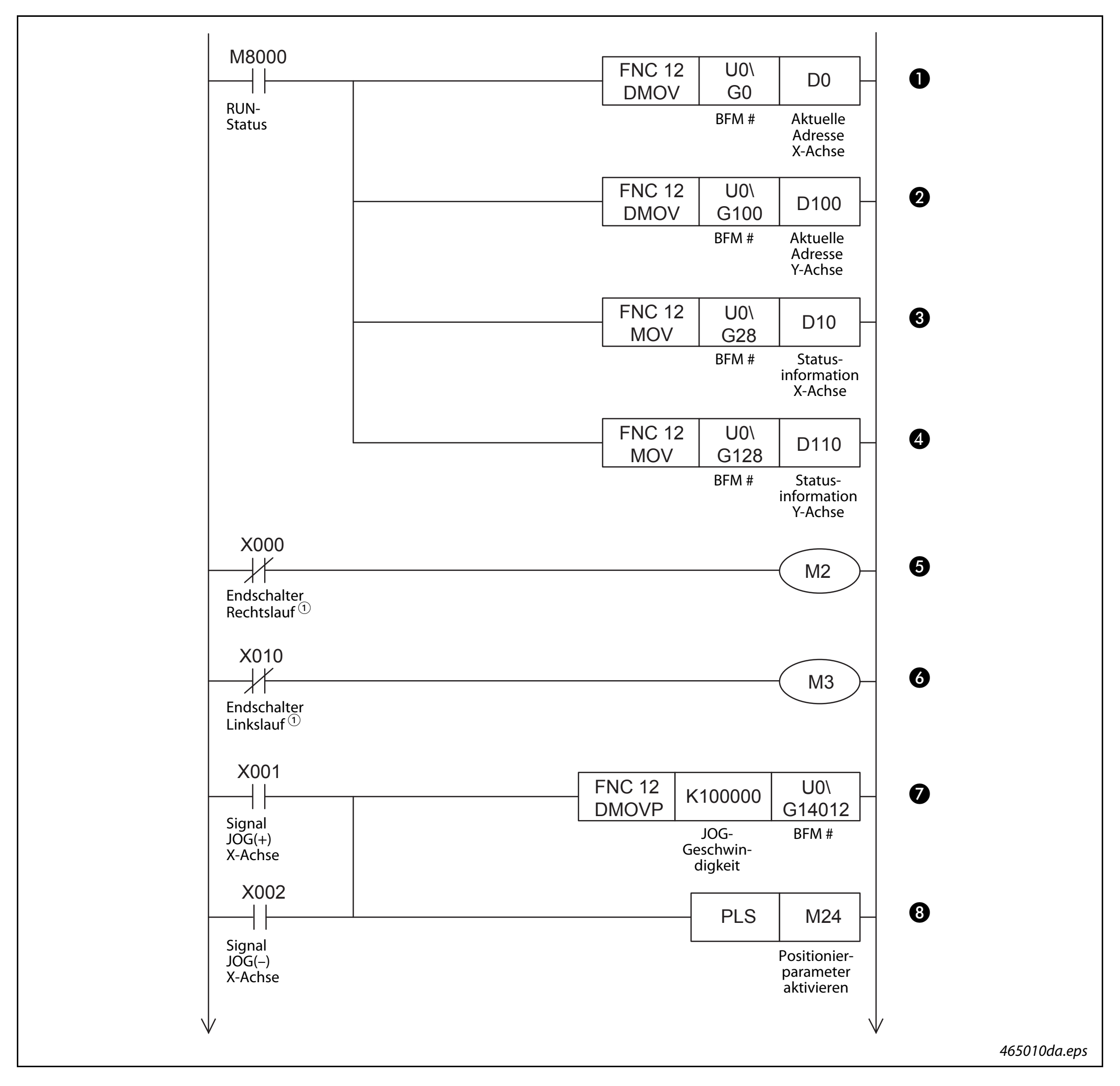


Abb. 4-40: *Kontaktplan des Programmbeispiels (1)*

① Die Endschalter für Rechts- und Linkslauf müssen so verdrahtet sein, dass sie im Normalbetrieb eingeschaltet sind (Öffner). Wenn einer der beiden Endschalter abschaltet, weil das Werkstück den Endschalter passiert, schalten M2 oder M3 ein und der Betrieb wird gestoppt.

Nummer	Beschreibung
❶	Übertragung der aktuellen Adresse der X-Achse. [#1, #0 → D1, D0]
❷	Übertragung der aktuellen Adresse der Y-Achse. [#101, #100 → D101, D100]
❸	Übertragung der Statusinformation der X-Achse. [#28 → D10]
❹	Übertragung der Statusinformation der Y-Achse. [#128 → D110]
❺	Am Eingang X000 wird der Endschalter der X-Achse für Rechtslauf abgefragt.
❻	Am Eingang X010 wird der Endschalter der X-Achse für Linkkslauf abgefragt.
❼	Die JOG-Geschwindigkeit für die X-Achse wird auf 100 kHz eingestellt. [K100000 → #14013, #14012]
❽	Die Einstellung der JOG-Geschwindigkeit für die Achse wird aktiviert.

Tab. 4-27: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-40 (1)*

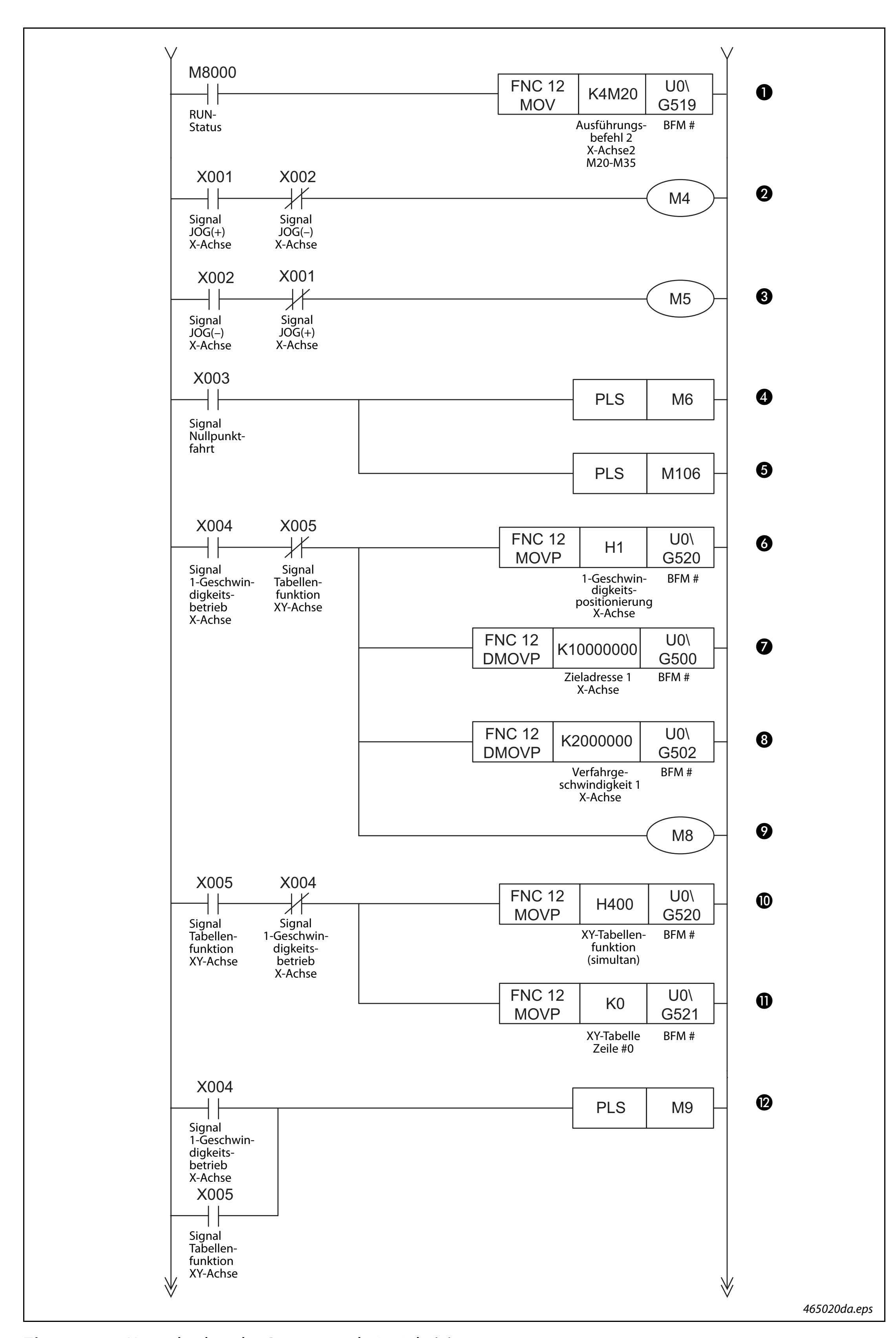


Fig. 4-40: *Kontaktplan des Programmbeispiels (2)*

Nummer	Beschreibung
❶	Der Ausführungsbefehl 2 für die X-Achse übertragen. [K4M20 → #519]
❷	Abfrage des Eingangs X001 zur Ausführung des JOG(+)-Betriebs für die X-Achse (Rechtslauf).
❸	Abfrage des Eingangs X002 zur Ausführung des JOG(–)-Betriebs für die X-Achse (Linkslauf).
❹	Bei aktiviertem Eingang X003 wird die Nullpunktfahrt der X-Achse ausgeführt.
❺	Bei aktiviertem Eingang X003 wird die Nullpunktfahrt der Y-Achse ausgeführt.
❻	Für die X-Achse wird die 1-Geschwindigkeitspositionierung eingestellt. [H1 → #520]
❼	Für die X-Achse wird die Zieladresse 1 eingestellt. [K10000000 → #501, #500]
❼	Für die X-Achse wird die Verfahrgeschwindigkeit 1 eingestellt. [K2000000 → #503, #502]
❾	Einstellung der relative Positionierung.
❿	Einstellung der simultanen XY-Tabellenfunktion. [H400 → #520]
⓫	Einstellung der Startzeilennummer der XY-Tabelle. [K0 → #521]
⓬	Mit Einschalten der Eingänge X004 oder X005 wird die Positionierung gestartet.

Tab. 4-27: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-40 (2)*

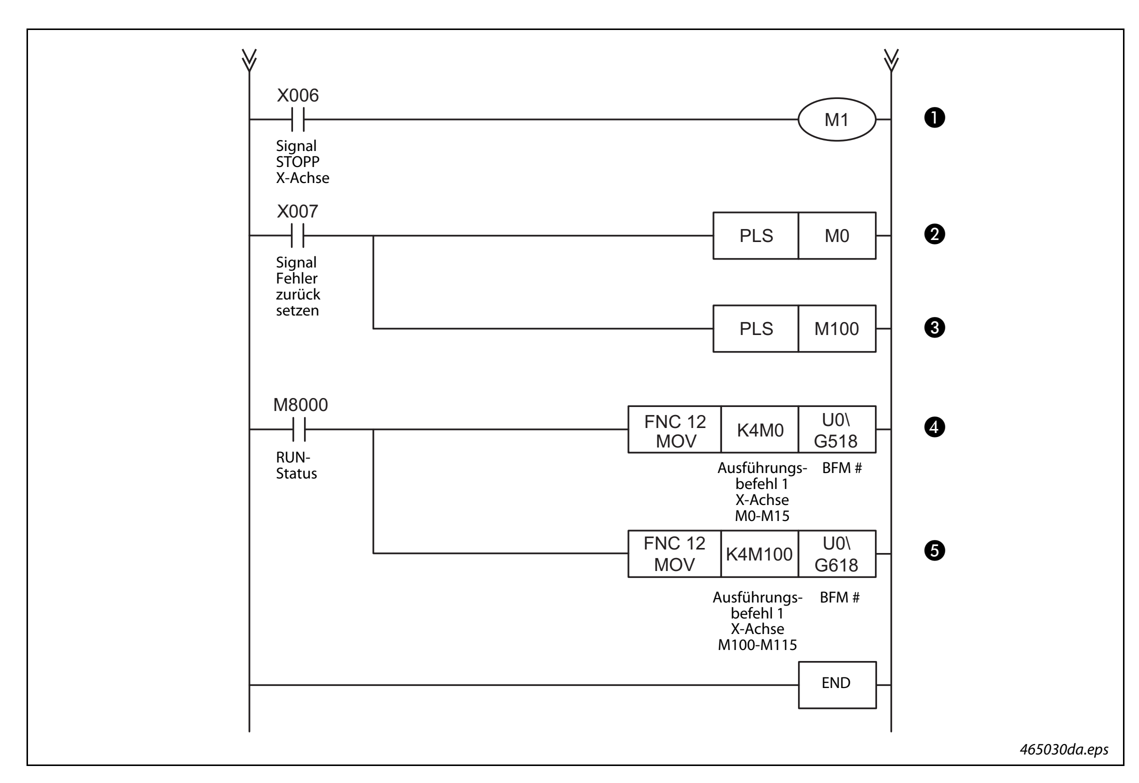


Fig. 4-40: *Kontaktplan des Programmbeispiels (3)*

Nummer	Beschreibung
❶	Abfrage des Eingangs X006 zum Stoppen des Betriebs.
❷	Abfrage des Eingangs X007 zum Rücksetzen des X-Achsenfehlers.
❸	Abfrage des Eingangs X007 zum Rücksetzen des Y-Achsenfehlers.
❹	Der Ausführungsbefehl 1 für die X-Achse wird übertragen. [K4M0 → #518]
❺	Der Ausführungsbefehl 1 für die Y-Achse wird übertragen. [K4M100 → #618]

Tab. 4-27: *Beschreibung des Kontaktplans in Abb. 4-40 (3)*

Index

A

B

D

E

F

G

H

J

K

L

N

P

R

S

T

V

Z



DEUTSCHLAND

MITSUBISHI ELECTRIC
EUROPE B.V.
Gothaer Straße 8
D-40880 Ratingen
Telefon: (0 21 02) 4 86-0
Telefax: (0 21 02) 4 86-11 20
www.mitsubishi-automation.de

KUNDEN-TECHNOLOGIE-CENTER

MITSUBISHI ELECTRIC
EUROPE B.V.
Revierstraße 21
D-44379 Dortmund
Telefon: (02 31) 96 70 41-0
Telefax: (02 31) 96 70 41-41

MITSUBISHI ELECTRIC
EUROPE B.V.
Kurze Straße 40
D-70794 Filderstadt
Telefon: (07 11) 77 05 98-0
Telefax: (07 11) 77 05 98-79

MITSUBISHI ELECTRIC
EUROPE B.V.
Lilienthalstraße 2 a
D-85399 Hallbergmoos
Telefon: (08 11) 99 87 4-0
Telefax: (08 11) 99 87 4-10

ÖSTERREICH

GEVA
Wiener Straße 89
AT-2500 Baden
Telefon: (0 22 52) 8 55 52-0
Telefax: (0 22 52) 4 88 60

SCHWEIZ

Omni Ray AG
Im Schörli 5
CH-8600 Dübendorf
Telefon: (0 44) 802 28 80
Telefax: (0 44) 802 28 28

